T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

HİDROLİK SİSTEMLER

523EO0049

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.

- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.

- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. HİDROLİK DEVRE ELEMANLARINI TANIMAK VE SEÇİMİNİ YAPMAK 3
1.1. Hidroliğin Tanımı 3
1.1.1. Enerji Türleri ve Karşılaştırılmaları 4
1.1.2. Temel Fizik Kanunları ve Akışkanlar Mekaniği Hakkında Genel Bilgiler 4
1.2. Hidrolik Sistemin Tanıtımı 6
1.2.1. Hidrolik Sistemin Temel Yapısı Mantığı ve Çalışma Kuralları 6
1.2.2. Hidrolik Sistemin Avantajları ve Dezavantajları 7
1.3. Hidrolik Devre Elemanları Yapısı ve Çalışma Özellikleri 8
1.3.1. Hidrolik Akışkanlar ve Özellikleri 8
1.3.2. Tank ve Özellikleri 9
1.3.3. Hidrolik Boru-Hortum Donanımları 11
1.3.4. Filtreler ve Filtreleme Teknikleri 11
1.3.5. Pompalar 13
1.3.6. Hidrolik Motorlar 17
1.3.7. Hidrolik Silindirler 18
1.3.8. Valflerin Genel Sınıflandırılması 20
1.4. Hidrolik Devre Elemanlarının Sembol Bilgisi, ISO 1219 Normuna Göre Devre Elemanlarının Sembollerinin Tanıtımı 31
1.4.1. Hidrolik ve Pnömatik İçin Genel Semboller 31
1.4.2. Hidrolik Pompa ve Motorlar 33
1.4.3. Hidrolik Silindirler 34
1.4.4. Hidrolikte Basınç Kontrol Valfleri 35
1.4.5. Hidrolikte Yön Kontrol Valfleri 35
1.4.6. Akış Kontrol Valfleri 37
1.4.7. Hidrolik Valflerin Uyarı (Kumanda) Yöntemleri 38
UYGULAMA FAALİYETİ 40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 41
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 46
2. HİDROLİK DEVRE TASARIMI YAPMAK 46
2.1. Hidrolik Devre Çizim Bilgisi 46
2.1.1. Hidrolik Devre Çizimlerinde Elemanların Numaralandırılması 47
2.1.2. Fonksiyon Blok Diyagramı 47
2.1.3. Hidrolik Devre Çizim Kuralları 47
2.2. Hidrolik Kumanda Bilgisi 48
2.2.1. Konuma Bağlı Kontrol 48
2.2.2. Hıza Bağlı Kontrol 48
2.2.3. Saymaya Bağlı Kontrol 49
2.2.4. Zamana Bağlı Kontrol 49
2.2.5. Basınca Bağlı Kontrol 49
2.2.6. Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uygulanacak Yöntemler 50
2.3. Teknik Proje Bilgisi 50
2.3.1. Hidrolik Devre Elemanları İle Sistemin Planlanması 50
2.3.2. Basit Evre Şemalarının Çizimi 51

2.3.3. Devre Şemasının Analizi ve Kurulması 51
2.3.4. Yol-Adım Diyagramının Çizilmesi 52
UYGULAMA FAALİYETİ 53
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 56
3. HİDROLİK SİSTEM KURMAK VE ÇALIŞTIRMAK 56
3.1. Proje Okuma Bilgisi 56
3.1.1. Tek Etkili Silindirin Kumandası 56
3.1.2. Çift Etkili Silindirin Kumandası 57
3.1.3. VE Valfi Uygulamaları 57
3.1.4. VEYA Valfi Uygulamaları 58
3.1.5. Birden Fazla Silindirin Kontrolü 59
3.1.6. Yol-Adım Diyagramının Çıkarılması 60
3.2. Projedeki Hidrolik Elemanlar Listesinin Çıkarılması 60
3.3. Bağlama Parçaları 60
3.3.1. Hortum Bağlantı Elemanları 61
3.3.2. Boru Bağlantı Elemanları 61
3.4. Boru ve Hortumlar 63
3.4.1. Boru ve Hortumların Yapısı ve Çeşitleri 63
3.4.2. Boru Çapının Hesaplanması 65
3.4.3. Boru Bağlantılarında Dikkat Edilecek Noktalar 65
UYGULAMA FAALİYETİ 66
MODÜL DEĞERLENDİRME 71
CEVAP ANAHTARLARI 72
KAYNAKÇA 74

AÇIKLAMALAR

KOD	**523EO0049**
ALAN	**Elektrik Elektronik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Otomasyon Sistemleri**
MODÜLÜN ADI	**Hidrolik Sistemler**
MODÜLÜN TANIMI	Hidrolik ve elektro-hidrolik sistemlerinin TSE, iç tesisleri yönetmeliği ve şartnamelere uygun şekilde kurulup çalıştırılmasının anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Elektro-pnomatik sistemler modülünü tamamlamış olmak.
YETERLİK	Hidrolik sistemleri kurmak.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında hidrolik sistemleri Tekniğe uygun olarak kurup çalıştırabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Sistem için gerekli hidrolik malzeme araç ve gereçleri doğru olarak seçebileceksiniz. **2.** Hidrolik sistemlerinin tasarımını yaparak tasarladığınız, hidrolik sistemleri normlara uygun çizebileceksiniz. **3.** Hidrolik sistemi tekniğe uygun olarak kurup çalıştırabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Hidrolik malzeme katalogları, proje, çizim araç gereçleri, hidrolik sembolleri tablosu, hidrolik deney seti, şema, şemada yer alan hidrolik devre elemanları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyet sonrasında o faliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Hidrolik sistemler, elektromekanik taşıyıcıların temel prensiplerini içerir. Elektromekanik taşıyıcılarda kullanılan kontrol ve kumanda sistemleri, hidrolik ve pnomatik esasına göre gerçekleştirilmiştir.

Hidrolik sistemlerin kullanım alanı genişlerken; onu kuracak, arızalarını giderecek teknik elemanlara da ihtiyaç her gün artmaktadır. Arşimet, Pascal'dan beri önemini her gün artıran bu sistemin burada temelini öğreneceksiniz.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile elektrik-elektronik alanında kullanılan hidrolik sistemler hakkında gerekli temel teknik bilgiye sahip olacaksınız. Bu bilgiler ve diğer modüllerle birlikte hidrolik devre tasarımı yapabileceksiniz. Hidrolik sistemleri kurup çalıştırabileceksiniz. Oluşan arızaları giderebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında sistem için gerekli hidrolik sistem parçalarının çalışmalarının kontrolünü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Hidrolik elemanları ve sembolleri araştırınız.
- Hidrolik elemanların kullanım alanlarını araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ve üretici firma katologlarından yararlanabilirsiniz.

1. HİDROLİK DEVRE ELEMANLARINI TANIMAK VE SEÇİMİNİ YAPMAK

1.1. Hidroliğin Tanımı

Hidrolik, Yunanca su anlamına gelen hydro ile boru anlamına gelen aulos kelimelerinden türetilmiştir.

Günümüzde "hidrolik" akışkanlar aracılığıyla kuvvet ve hareketlerin iletimi ve kumandası anlamında kullanılmaktadır.

Hidrolik, akışkanların mekanik özelliklerini inceleyen bilim dalıdır.

1.1.1. Enerji Türleri ve Karşılaştırılmaları

	HİDROLİK	ELEKTRİK	PNOMATİK
Enerji iletimi	100 m kadar akışkan hızı V=2-6 m/s sinyal hızı 1000m/s	Sınırsız	1000 m kadar akışkan hızı V=20-40 m/s sinyal hızı 20-40 m/s
Enerji depolama	Sınırlı	Kolay	Kolay
Enerji maliyeti	Pahalı	Ucuz	Pahalı
Sıcaklık etkileşimi	Duyarlı	Etkilenmiyor	Duyarlı
Doğrusal hareket	Silindirde kolay, hız ayarlanabiliyor.	Zor	Silindirde kolay, hız ayarlanabiliyor.
Döner hareket	Güçlü	Güçlü	Güçsüz, yüksek devirli
Konumlama hassasiyeti	± 1µm kadar ayarlanabilir.	± 1µm kadar ayarlanabilir.	1/10 mm kadar ayarlanabilir.
Kuvvetler	Aşırı yüke karşı emniyetli yüksek kuvvetler elde edilebilir.	Aşırı yüklenemez yüksek kuvvetler elde edilebilir.	Aşırı yüke karşı emniyetli, sınırlı kuvvetler elde edilebilir.
Çalışma hızı	V=0,5 m/s	-	V=1,5 m/s

Tablo 1.1: Hidrolik-pnömatik ve elektrik enerjilerinin karşılaştırılması

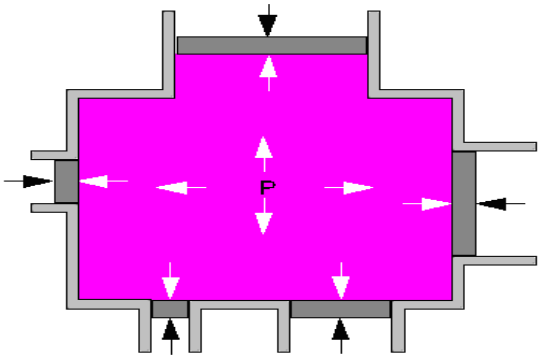
1.1.2. Temel Fizik Kanunları ve Akışkanlar Mekaniği Hakkında Genel Bilgiler

- **Debi:** Hidrolik veya pnomatik sistemde belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarı **debi** olarak tanımlanır. Debinin birimi litre/dakika veya cm^3/saniye olarak belirtilir.

- **Basınç:** Belirli bir kesitte sıkıştırılan akışkan Paskal prensibine göre, içinde bulunduğu kapalı bir kabın bütün çeperlerindeki her birim kesite aynı değerde bir kuvvet uygular ve buna **basınç** denir. Birimi bar'dır.

1 bar = 1 kg/cm^2

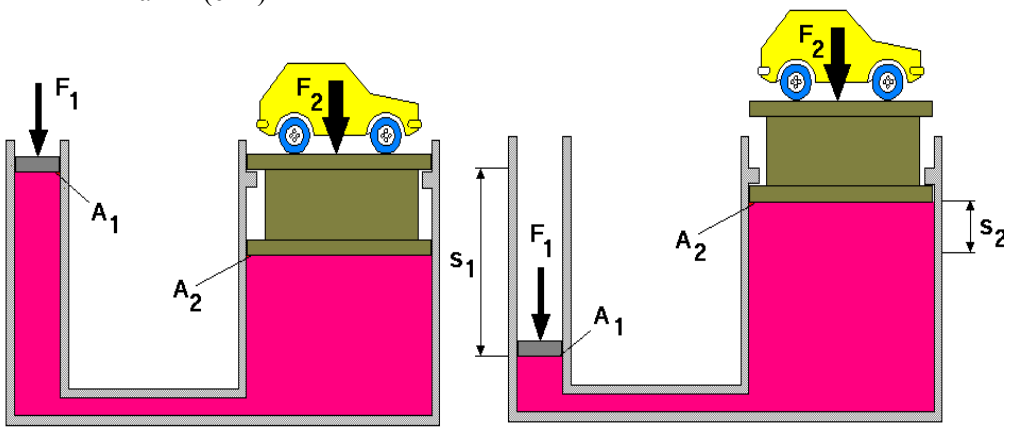
- **Efektif Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine denir.
- **Mutlak Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine bir atmosfer basıncı ilave edildiğinde meydana gelen basınç değeridir.



Şekil 1.1: Basınç yayılımı

- **Paskal Kanunu:** Yer çekimini ihmal edecek olursak, kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.

F=P x A
F=Kuvvet (kgf)
P=Basınç (kgf/cm²)
A=Alan (cm²)



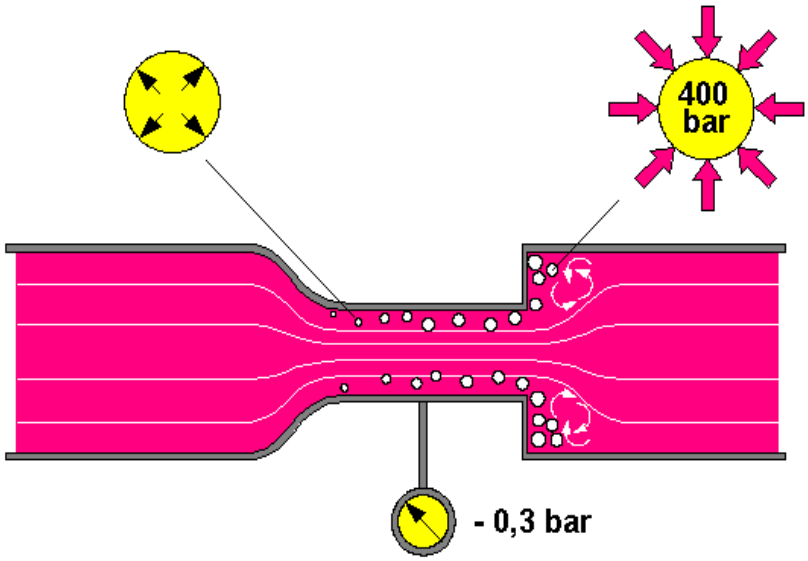
Şekil 1.2: Pascal Kanunu'nun pratik uygulanışı

- **Süreklilik Denklemi:** Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir. Debinin sabit kaldığını düşünürsek küçük kesitlerde büyük kesitlere oranla daha hızlı akar.

- **Bernoulli Kanunu:** Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olusak, kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.

P1 x V 1=P 2 x V 2
P=Basınç (kgf/cm²)
V=Hız (m/s)

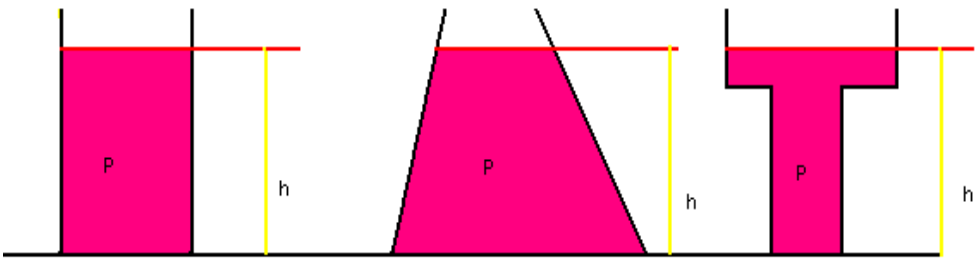
- **Kovitasyon (Aşındırmak):** Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanır.



Şekil 1.3: Kovitasyon

- **Hidrostatik Basınç:** Bir kap içinde bulunan sıvı kütlesinin yükseklik, yoğunluk ve ağırlığına (yer çekimi ivmesi) bağlı olarak kabın tabanına yapmış olduğu basınçtır. Kabın şekline bağlı değildir.

  P=h.d.g
  P: Sıvının kabın tabanına yaptığı basınç (kg/cm²)
  h: Sıvı yüksekliği (m)
  d: Sıvı yoğunluğu (kg/m³)
  g: Yer çekimi ivmesi (m/sn²)



Şekil 1.4: Basınç kapları

1.2. Hidrolik Sistemin Tanıtımı

1.2.1. Hidrolik Sistemin Temel Yapısı Mantığı ve Çalışma Kuralları

Elektrik motorunun tahrik ettiği hidrolik pompa ile akışkanın belirli basınçta ve debide basıldığı ve bu hidrolik enerji ile doğrusal, dairesel ve açısal hareketin üretildiği sistemdir.

1.2.2. Hidrolik Sistemin Avantajları ve Dezavantajları

- **Hidrolik sistemlerin Üstünlükleri**

  - Hidrolik sistemler sessiz çalışırlar.
  - Hidrolik akışkanlar, sıkıştırılamaz kabul edildikleri için titreşimsiz hareket elde edilir.
  - Yüksek çalışma basınçları elde edilebilir.
  - Hareket devam ederken hız ayarı yapılabilir.
  - Akışkan olarak hidrolik yağ kullanıldığı için devre elemanları aynı zamanda yağlanmış olurlar.
  - Emniyet valfleri yardımıyla sistem güvenli çalışır.
  - Hassas hız ayarı yapılabilir.
  - Hidrolik akışkan oluşan ısının çevreye yayılmasını sağlar.
  - Hidrolik devre elemanları uzun ömürlüdür.

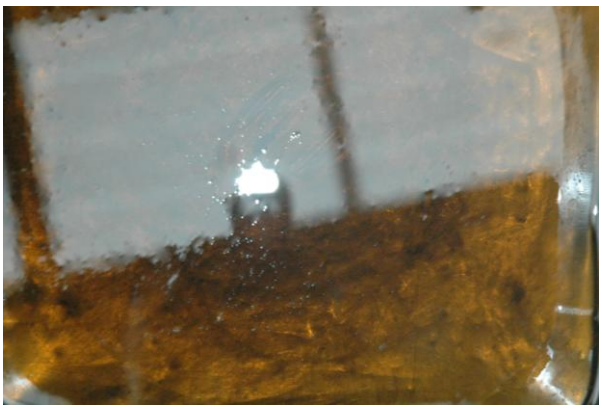
- **Hidrolik Sistemlerin Dezavantajları**

  - Hidrolik akışkanlar, yüksek ısılara karşı hassastır. Akışkan sıcaklığının 50^0C'yi geçmesi istenmez.
  - Hidrolik devre elemanları, yüksek basınçlarda çalışacağı için yapıları sağlam olmalıdır.
  - Hidrolik devre elemanlarının fiyatları pahalıdır.
  - Hidrolik devre elemanlarının bağlantıları sağlam ve sızdırmaz olmalıdır.
  - Hidrolik akışkanların sürtünme direnci yüksek olduğu için uzak mesafelere taşınamaz.
  - Depo edilebilirliği azdır.
  - Akış hızı düşüktür. Devre elemanları, düşük hızlarla çalışır.
  - Hidrolik akışkanlar havaya karşı hassastır. Akışkan içindeki hava gürültü ve titreşime yol açar, düzenli hızlar elde edilemez.

1.3. Hidrolik Devre Elemanları Yapısı ve Çalışma Özellikleri

1.3.1. Hidrolik Akışkanlar ve Özellikleri

Hidrolik akışkanlar, hidrolik gücün iletilmesinde kullanılır. İlaveten de hidrolik devre elemanlarının yağlanmasını ve soğutulmasını sağlar. Hidrolik akışkan olarak suyun kullanılmasında korozyon, kaynama noktası, donma noktası ve düşük viskozite gibi sorunlarla karşılaşılır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için bazı karışımlar (yağ, glikol gibi) eklenir. Madenî yağlar, en çok kullanılan akışkandır. İçerisine katkı maddeleri eklenerek dayanıklığı ve kullanım süresi artırılır.



Resim 1.1: Hidrolik yağ

- **Viskozite:** Akışkanların akıcılık özelliklerini ifade eder. Yağların akmaya karşı gösterdiği zorluktur. Kalın yağlarda akmaya karşı direnç fazla, ince yağlarda akmaya karşı direç azdır. Kalın yağların viskozitesi yüksek ince yağlarda küçüktür.

- **Oksidasyon:** Hidrolik yağın bileşimindeki hidrokarbonların havanın oksijeni ile kimyasal reaksiyona girerek çamur veya sakız şeklinde tortuların meydana gelmesi olayına **oksidasyon** denir. Meydana gelen çamurlar, metal yüzeylerde korozyona neden olur.

- **Yağlama Yeteneği:** Uygun seçilen yağlar, metal yüzeylerde bir film tabakası meydana getirerek çalışan elemanların hareketlerinin kolaylaşmasını ve sürtünme direncinin azalmasını sağlar.

- **Köpüklenme:** Yüksek basınçtaki akışkan sistem içinde yüksek hızda hareket ederken hava molekülleri ile yağ moleküllerinin çarpışması sonucunda meydana gelen şoklar, köpüklenmeye yol açar. Bunu engellemek için boru hattında sızdırmazlık sağlanmalıdır. Yağ üreticileri, yağın içine köpüklenmeyi önleyici katkı maddeleri ilave eder.

- **Akma Noktası:** Yağın akıcılığını kaybedip katılaşmaya başladığı sıcaklığa denir.

- **Alevlenme Noktası:** Standart yağlarda alevlenme sıcaklığı 180ºC ile 210ºC arasındadır. Hidrolik sistemlerde 50 ºC'nin üzerine çıkılmadığı için herhangi bir problem çıkmaz.

- **Polimerleşme:** Birden fazla aynı cins yağ moleküllerinin artık vermeden birleşmesi ve yeni bir molekül meydana getirmesidir. Yağın özelliğini değiştireceği için istenmeyen bir durumdur.

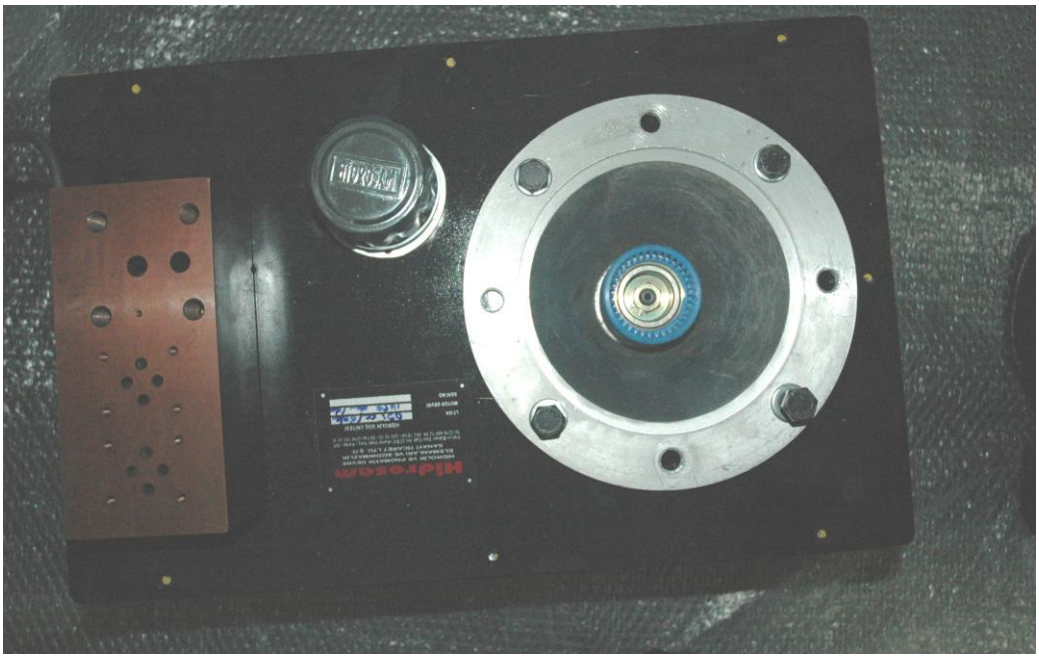
HİDROLİK SİSTEMLERDE KULLANILAN YAĞLAR		
GÖSTERİLİŞİ	ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ	KULLANIM ALANLARI
HL	Korozyona karşı koruyuculuk ve yaşlanmaya karşı dayanıklılık yükseltilmiş	Yüksek termik gerilmeler veya su teması ile korozyon tehlikesi olan sistemlerde
HLP	Aşınmaya karşı koruyuculuk yükseltilmiş	HL yağındaki özelliklerin yanı sıra, yapısından veya işletme şartlarından kaynaklanan yüksek derecede karışık sürtünme olan sistemlerde
HV	Viskozite-sıcaklık davranışı iyileştirilmiş	HLP özelliklerinin yanı sıra,önemli ölçüde değişen ve oldukça düşük çevre sıcaklıklarının hakim olduğu sistemlerde

Tablo 1.2: Kullanılan yağlar

H: Hidrolik yağ
L: Korozyona karşı koruyucu ve/veya yaşlanmaya karşı dayanıklılık kazandıran etkili madde
P: Yüklenebilirliği yükselten veya düşüren etkili madde

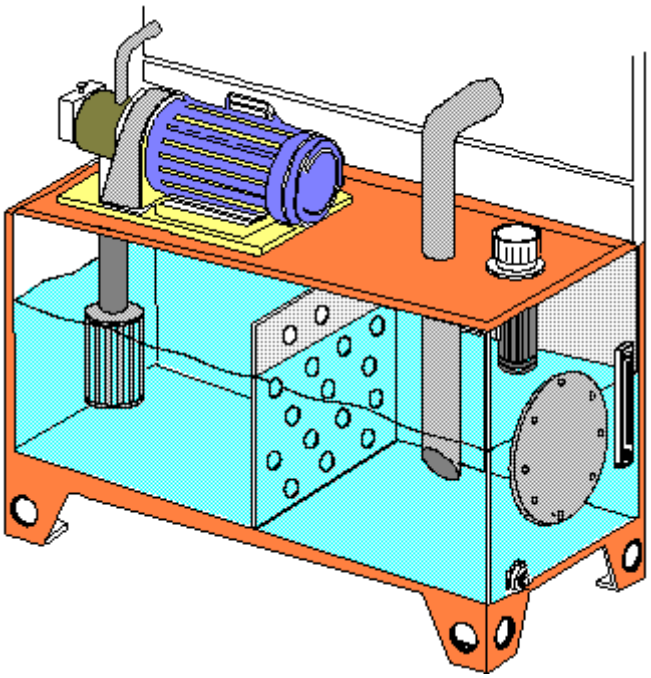
1.3.2. Tank ve Özellikleri

Hidrolik akışkanı depolayan, çalışma şartlarına uygun şekilde hazırlayan devre elemanlarına **depo (tank)** adı verilir. Isınan hidrolik akışkanın kolayca soğutulması için deponun alt kısmı hava akımı oluşturacak şekilde dizayn edilmelidir. Depoya dönen akışkanın dinlenmeden emilmesini önlemek için dinlendirme levhası konulmalıdır. Depo kapasitesi, hidrolik sisteme gerekli olan akışkan miktarına ve dağıtım sisteminin büyüklüğüne göre seçilir. Pratik olarak pompa debisinin *3-5* katı kadar alınabilir.



Resim 1.2: Hidrolik tank (üstten görünüş)

Resim 1.3: Tank (önden görünüş)



Şekil 1.5: Hidrolik tankın iç yapısı

1.3.3. Hidrolik Boru-Hortum Donanımları

Hidrolik sistemlerde akışkanı tanktan alıcılara taşıyan ve alıcıdan tekrar tanka taşıyan elemanlardır. Hortumlar, hareketli hidrolik makinelerde hatların birbirine bağlanmasında kullanılır. Esneme kabiliyetleri yüksektir. Borular; dikişsiz, yüksek basınca dayanıklı çelikten imal edilir. İleride daha detaylı bilgi verilecektir.

1.3.4. Filtreler ve Filtreleme Teknikleri

Hidrolik elemanları aşınmadan korumak için akışkanın temizliğini sağlamak amacıyla kullanılır. Kirlilik boru, hortum gibi elemanları değiştirirken; yeni hidrolik akışkan konulmasından veya sızdırmazlık elemanlarının bozulması nedeniyle oluşabilir. Hidrolik elemanlarda izin verilen kirlilik değerini üretici firmalar katologlarında belirtir. Mikron cinsindendir (1 Mikron= 0,001 mm'dir). Kirlilik değeri, kirlilik göstergesi kullanılarak ölçülmelidir. Burdan alınan değerlere göre filtre temizlenmeli ve kullanım ömrü dolanlar değiştirilmelidir.

Resim 1.4: Hidrolik filtreler

Filtreler üç ana gruba ayrılır:

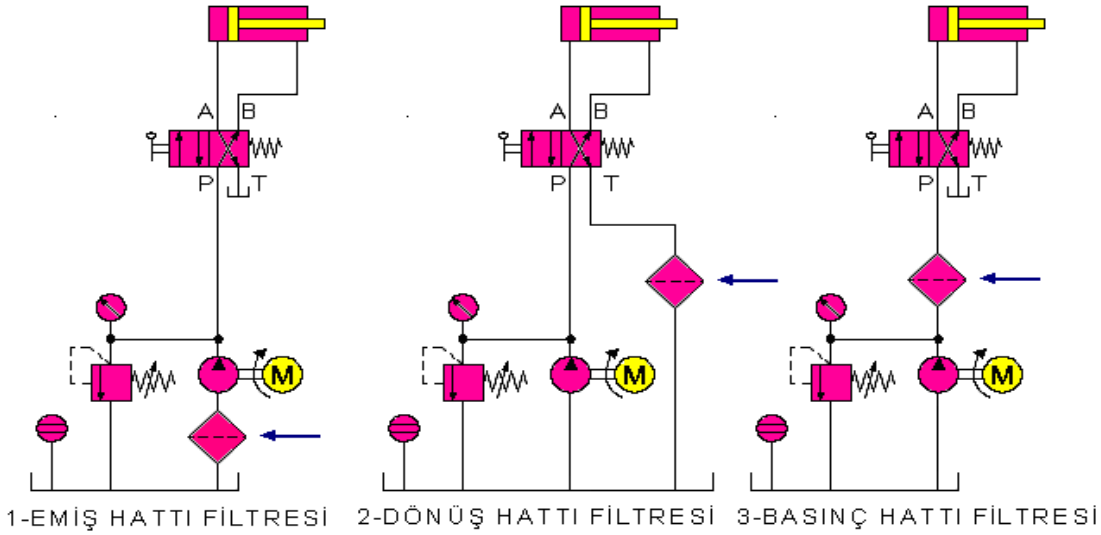
- **Emiş hattı filtreleri**: Emiş hattında pompayı korumak amacıyla kullanılır. Depodan hidrolik sisteme vermek amacıyla çekilen akışkanı temizler, sisteme temiz akışkan gönderir.

Depo içine yerleştirildikleri için bakımları zordur. Tıkandıklarında pompanın emişi güçleşir. Bu da basıncın düşmesine neden olur. Bu durumu engellemek için ilaveten pompadan önce iri gözenekli pompa kullanılmalıdır.

- **Dönüş hattı filtreleri**: Hidrolik sistemden görevini bitirip depoya dönen akışkanı filtre eder. Ekonomik ve bakımı kolaydır. Dezavantajı ise akışkanın temizliği kir elemanları dolaştıktan sonra yapılmasıdır.

- **Basınç hattı filtresi**: Hidrolik pompanın çıkışına devre elemanlarının zarar görmesini engellemek için kullanılır. Kirlenmeye karşı daha hassastır.

Dezavantajları ise yüksek basınçla karşı karşıya kaldıkları için basınca dayanıklı gövde gerektirmesidir. Bundan dolayı yapımı zor ve pahalıdır.

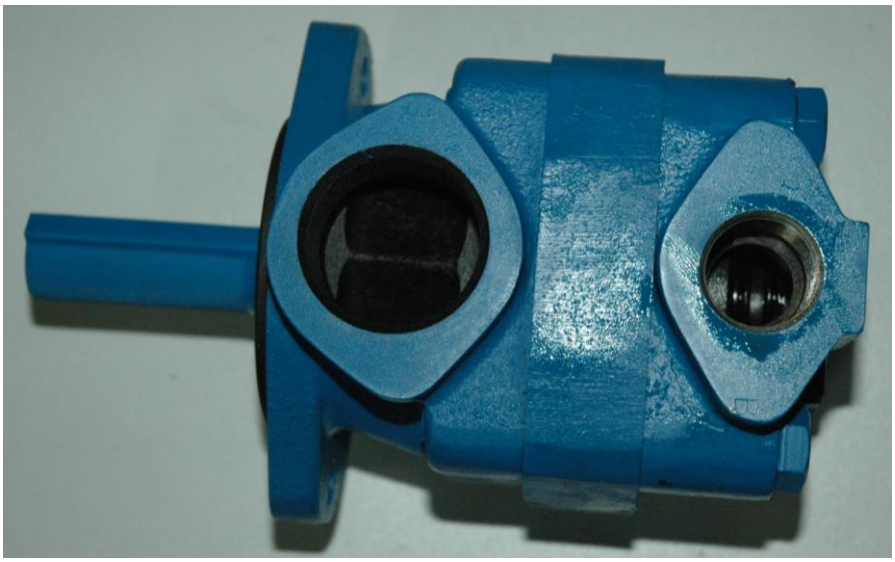


Şekil 1.6: Hidrolik pompa filtre devreleri

1.3.5. Pompalar

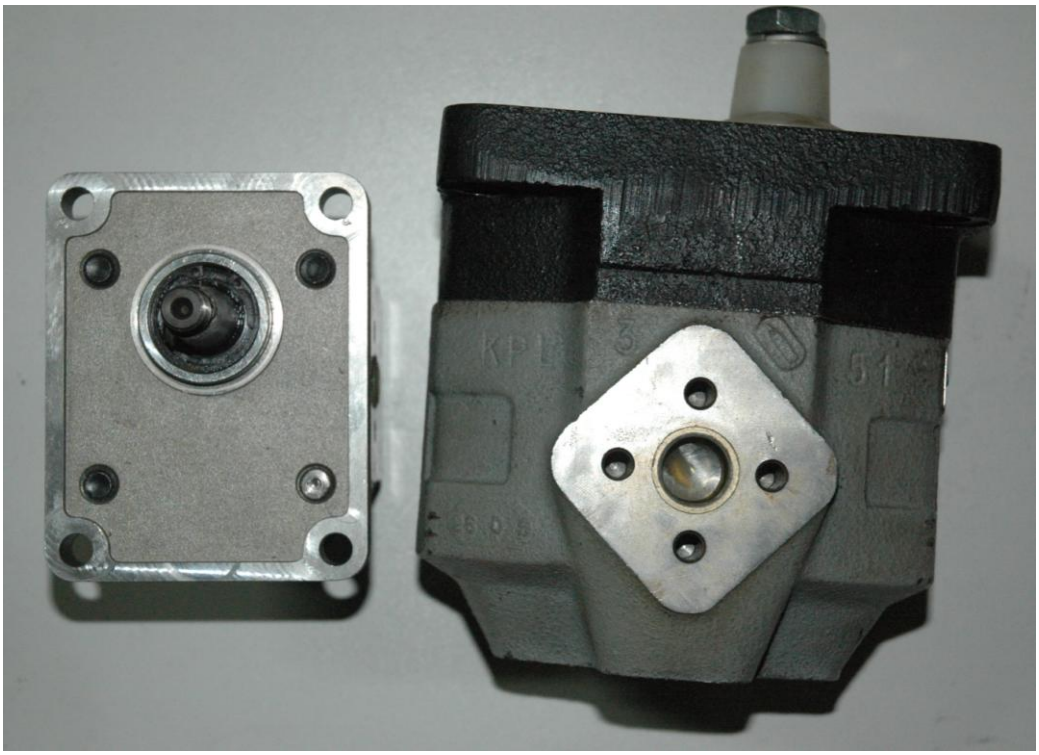
Tankta bulunan akışkanı, ayarlanan basınç ve debide sisteme gönderen devre elemanıdır. Pompalar, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür. Pompa, dönme hareketini elektrik motorundan alır. Pompalar basınç oluşturmaz. Akışkan sistemde bir engelle karşılaştığında basınç oluşur.

Pompa seçilirken, kullanılacak sistemin işlevini yerine getirebilecek debiyi ve basıncı üretebilecek büyüklükte seçilmelidir. Katoloğunda yazan akışkan ve filtre kullanılmalıdır. Pompa çalıştırılırken elektrik motorunun dönüş yönü ile pompa milinin dönüş yönü birbirine uygun olmalıdır. Pompanın içindeki koruyucu yağlar temizlenmelidir. İlk harekete geçerken basınç borusunun havası alınmalı, emiş borusu hidrolik yağla doldurulmalıdır. Ayrıca yağ seviyesi sık sık kontrol edilmelidir.

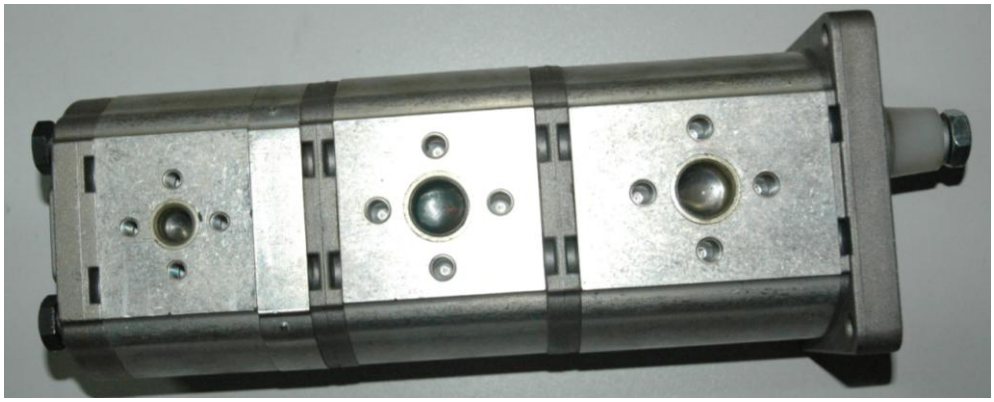


Resim 1.5: Hidrolik pompa

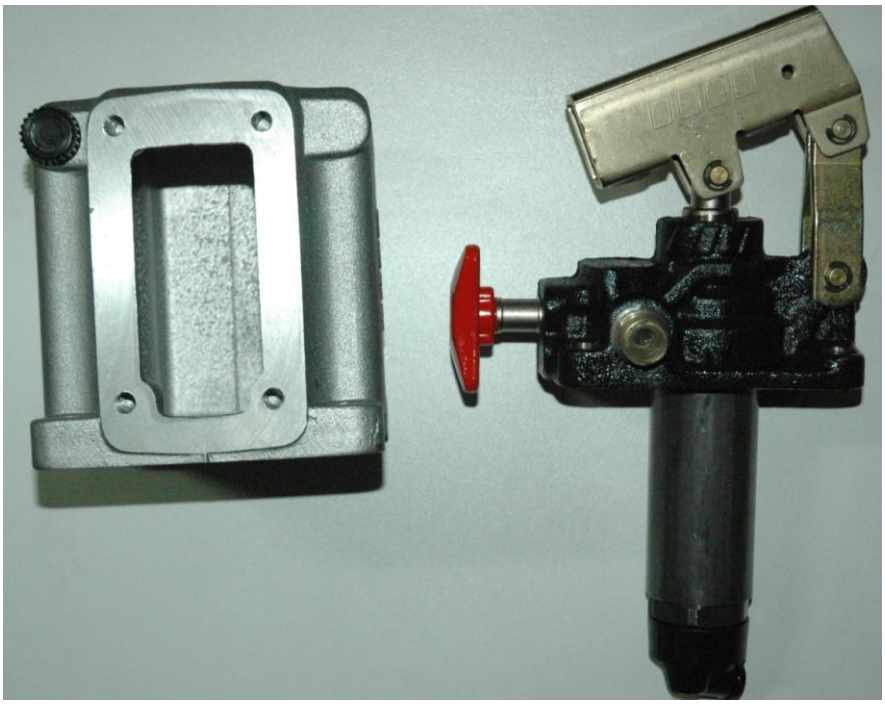
Resim 1.6: Hidrolik pompa



Resim 1.7: Hidrolik pompa



Resim 1.8: Hidrolik pompa

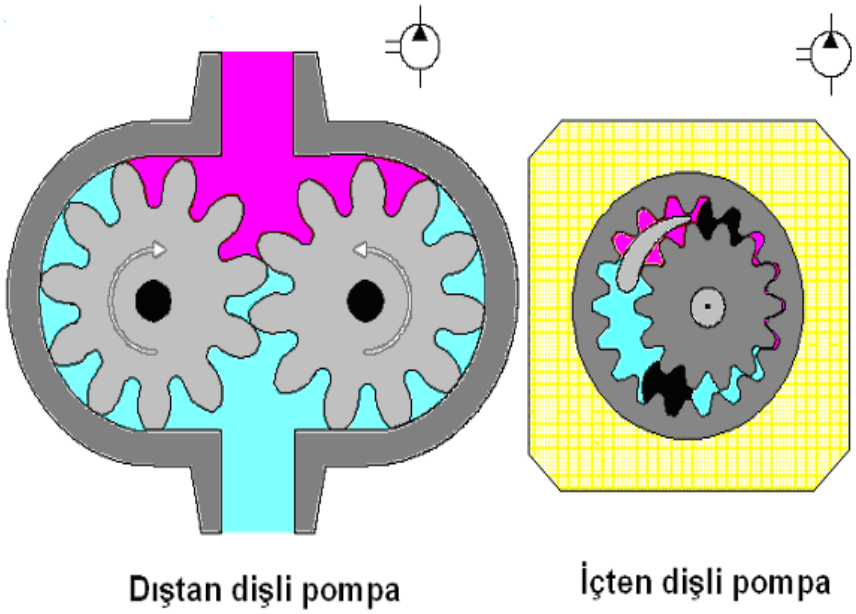


Resim 1.9: Hidrolik el pompası

1.3.5.1. Elle Kontrollü Hidrolik Pompa

Pompa Çeşitleri

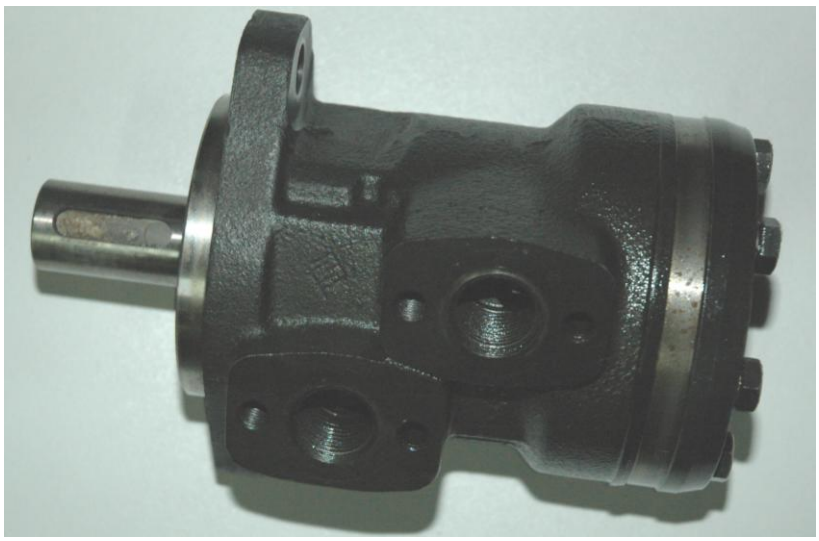
A) Dişli pompalar	B) Paletli pompalar	C) Pistonlu pompalar
1) Dıştan dişli		1) Eksenel pistonlu
		a) Eğik gövdeli
2) İçten dişli		b) Eğik plakalı
		2) Radyal pistonlu
3) Pistonlu el pompaları		3) İçten eksantrik dişli



Şekil 1.7: Dişli pompa çeşitleri

1.3.6. Hidrolik Motorlar

Hidrolik sistemde basınçlı akışkanın hidrolik enerjisini dairesel harekete dönüştürmek için kullanılan elemanlara "**hidrolik motorlar"** denir. Hidrolik motorlarla yüksek basınçtaki akışkanları kullanarak büyük döndürme momentleri elde edilir. Küçük bir hacimle büyük momentleri üretmek mümkündür. Hidrolik motorlar; güçlü dairesel hareketin gerektiği iş makinelerinde, takım tezgâhlarında vb. yerlerde kullanılır. Hidrolik motorlarla kademesiz hız ayarı yapılabilir. Hareket devam ederken hız artırılıp azaltılabilir, dönüş yönü değiştirilebilir.



Resim 1.10: Hidrolik dişli motor

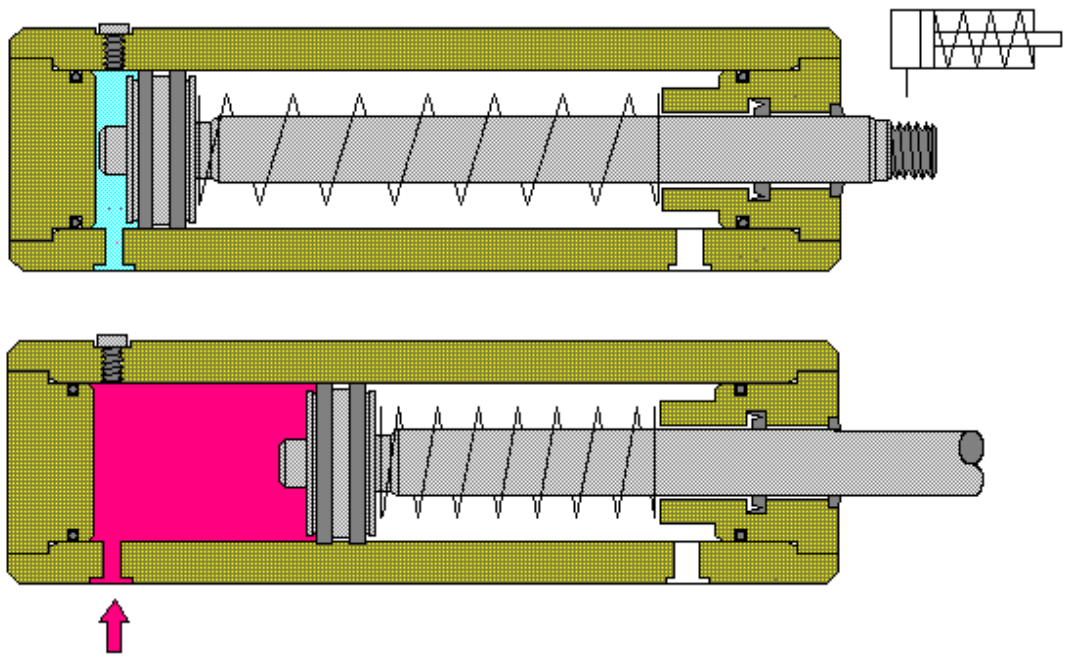
Motor çeşitleri (hidromotor)

A) Dişli motor	B) Paletli motor	C) Pistonlu motor
1) Dıştan dişli motor		1) Pistonlu motor
2) İçten dişli motor		2) Radyal pistonlu motor
3) Dişli halkalı motor		3) Eksenel pistonlu motor

1.3.7. Hidrolik Silindirler

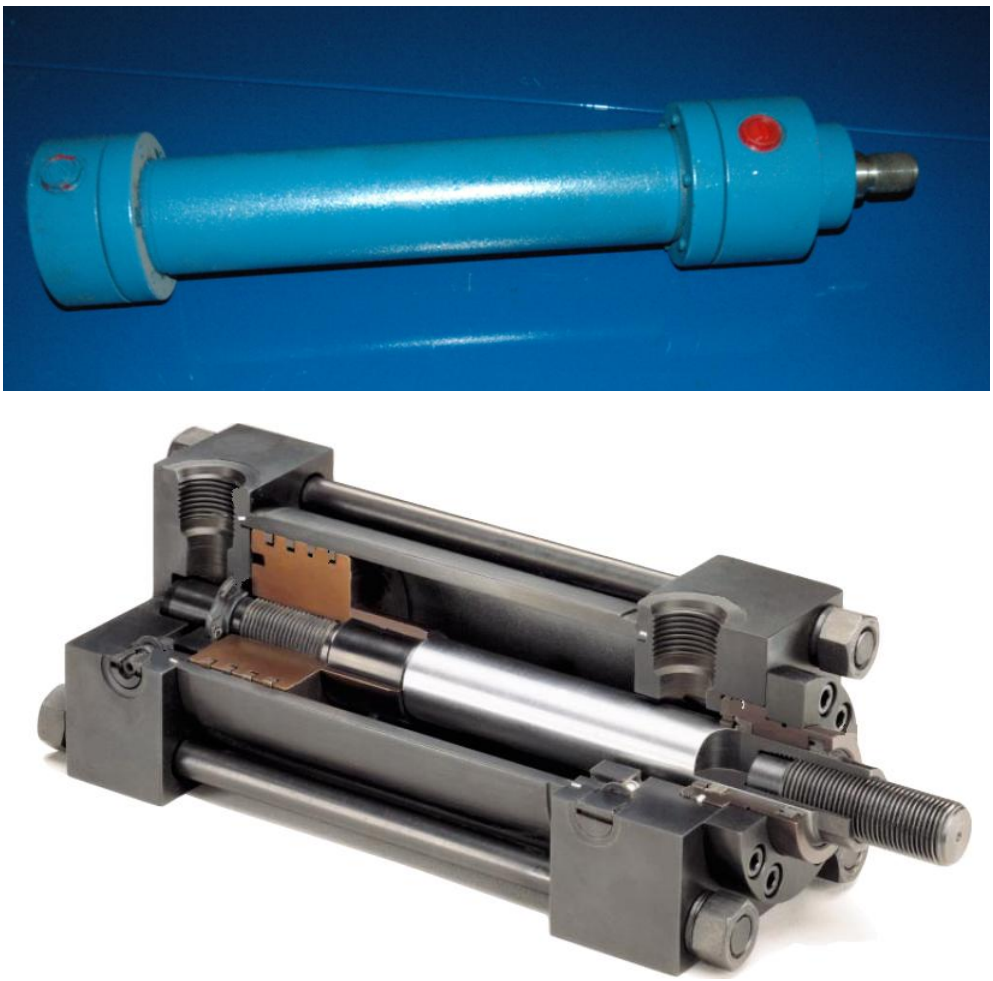
Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren devre elemanına **hidrolik silindirler** denir. Hidrolik silindirler iki ana gruba ayrılır:

- **Tek etkili silindirler**: Basınçlı akışkan silindirin tek yönünden girip pistonun tek bir yüzeyine etki ediyorsa bu tip silindirlere **tek etkili silindir** denir. Dönüşü, yaylı ve yaysız olabilir.

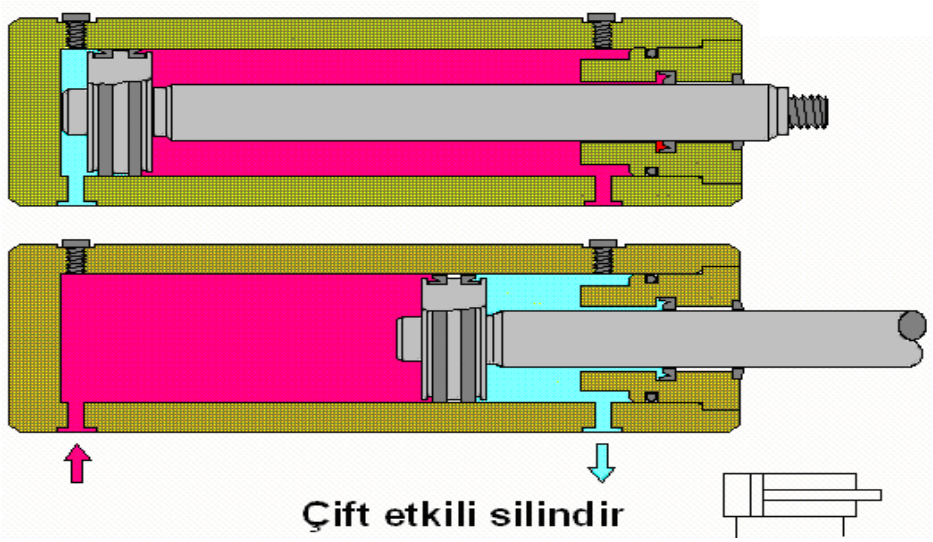


Resim 1.11: Tek etkili silindir

- **Çift etkili silindirler**: Basınçlı akışkan silindirin iki ayrı yerinden girip pistonun iki yüzeyine etki ederek ileri geri hareketleri akışkan gücüyle üreten silindirlerdir.



Resim 1.12: Çift etkili silindirler



Şekil 1.8: Çift etkili silindir prensibi

1.3.8. Valflerin Genel Sınıflandırılması

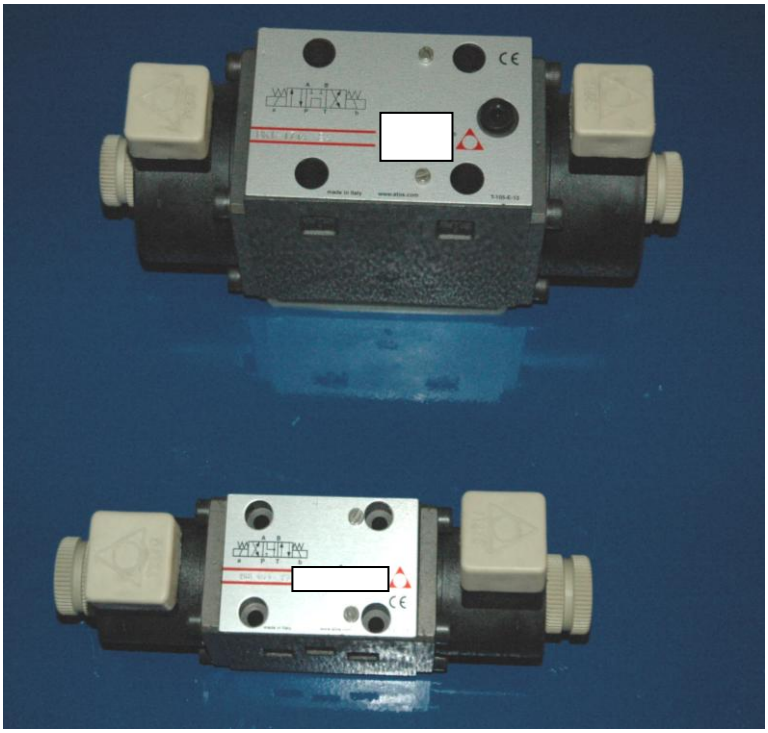
Hidrolik akışkanın akış yönünü belirleyen, akışkanın basıncını ve debisini istenilen sınırlar içinde tutan devre elemanıdır. Hidrolik valflerle aşağıdaki harfler ve konumlar kullanılır:
P: Pompadan gelen akışkanın bağlandığı yer
R, S, T: Depoya dönüş hattının bağlandığı yer
A, B, C: Silindir veya motora giden boruların bağlandığı yer
L: Sızıntı hattının bağlandığı yer.
X, Y, Z: Akışkanın uyarı sinyali olarak kullanıldığı pilot hattı.
Normalde açık: Valfe dışarıdan bir etki olmadan akışkanın önü P açık ve akışkan valfden geçerek bir elemana gidiyorsa bu tip valflere **normalde açık valf** denir.

Normalde kapalı: Valfe dışarıdan bir etki olmadan akışkanın önü P kapalı ve akışkan valfden geçemiyorsa bu tip valflere **normalde kapalı valf** denir.

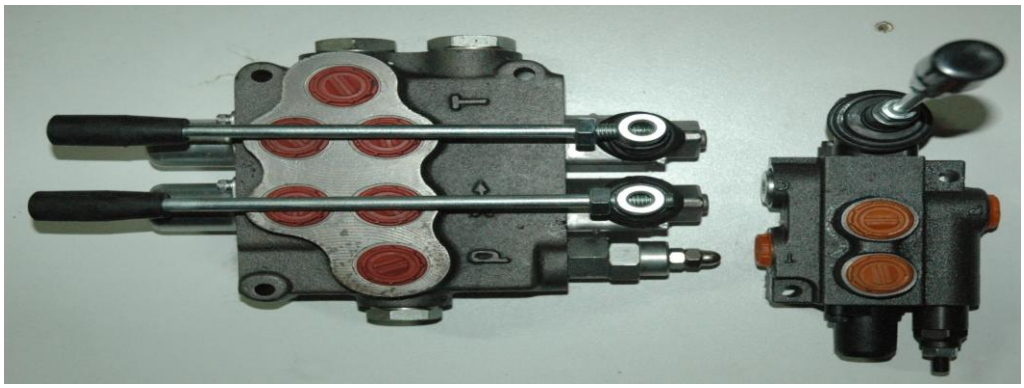
Normalde açık **Normalde kapalı**

Şekil 1.9: Hidrolik valf sembolleri

- **Yön kontrol valfleri**: Hidrolik sistemde akışkanın istenilen yöne gitmesini sağlayan valflerdir. Valflerin kumandası elektriksel, mekanik, basınçla ve insan gücüyle kullanılabilir.



Resim 1.13: Elektro-hidrolik yön kontrol valfleri



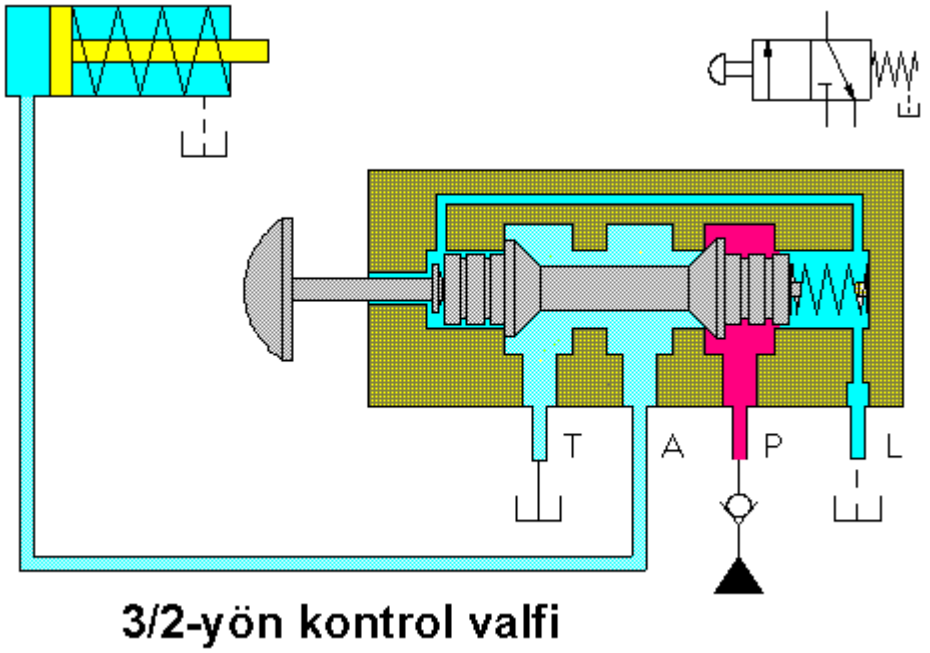
Resim 1.14: Yön kontrol valfleri (elle kontrol)

Yönlendirme valfleri, konumlarının sayısına göre aşağıdaki gibi ifade edilir:

- 2/2 yönlendirme valfi
- 3/2 yönlendirme valfi
- 4/2 yönlendirme valfi
- 4/3 yönlendirme valfi
- 5/2 yönlendirme valfi

YÖN KONTROL VALFLERİNİN KONUMLARI	
	Valfin konumları, kare şeklinde gösterilir.
	Akış yolları, kare içinde oklarla gösterilir.
	Kapalı konum
	İki akış yolu
	İki kapı birbirine bağlı, iki kapı kapalı
	Tüm kapılar birbirine bağlı
	Üç kapı birbirine bağlı , bir kapı kapalı

Tablo1.3: Yön kontrol valflerinin konumları



Şekil 1.10: Yön kontrol valfi prensibi

1.3.8.1. Basınç Kontrol Valfleri

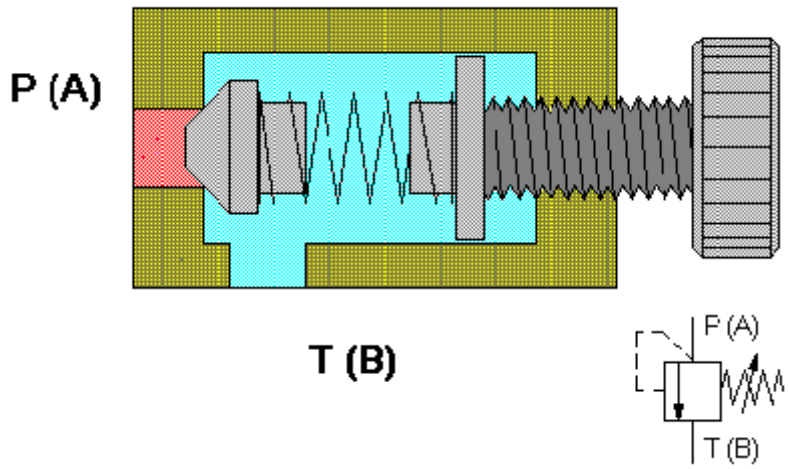
Hidrolik sistemin elemanlarının basıncını kontrol ederek ayarlamak için kullanılan valflerdir.

Resim 1.15: Basınç kontrol valfleri

Kullanıldığı Yerlere Göre Çeşitleri

- **Emniyet valfleri:** Hidrolik sistemi ani basınç yükselmelerine karşı koruyan devre elemanıdır. Normalde kapalı olan valf, basınç yükselmesi durumunda açılarak fazla akışkanı depoya göndererek basıncı normal seviyesine düşürür.

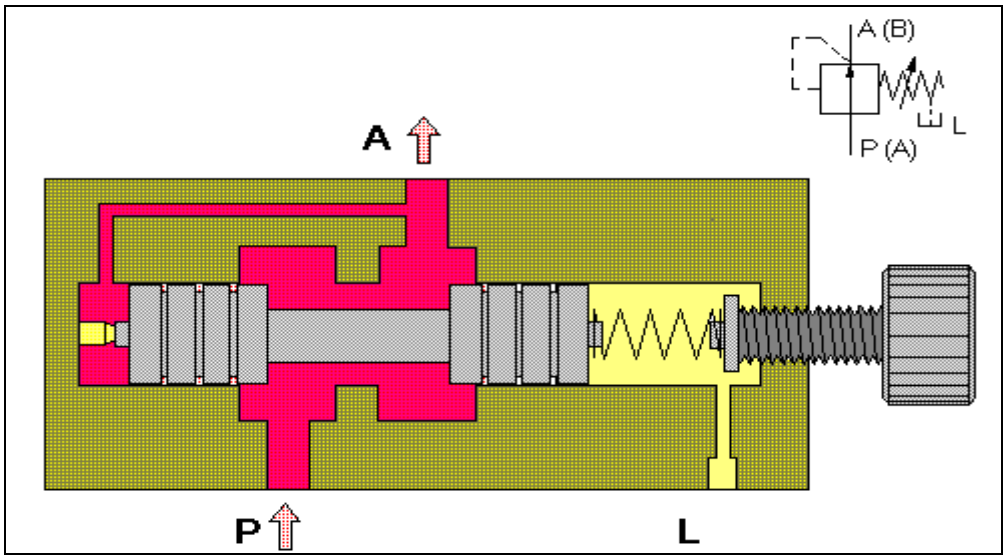
Resim 1.16: Selenoid kumandalı basınç emniyet valfi



Şekil 1.11: Basınç sınırlama valfi prensibi ve sembolü

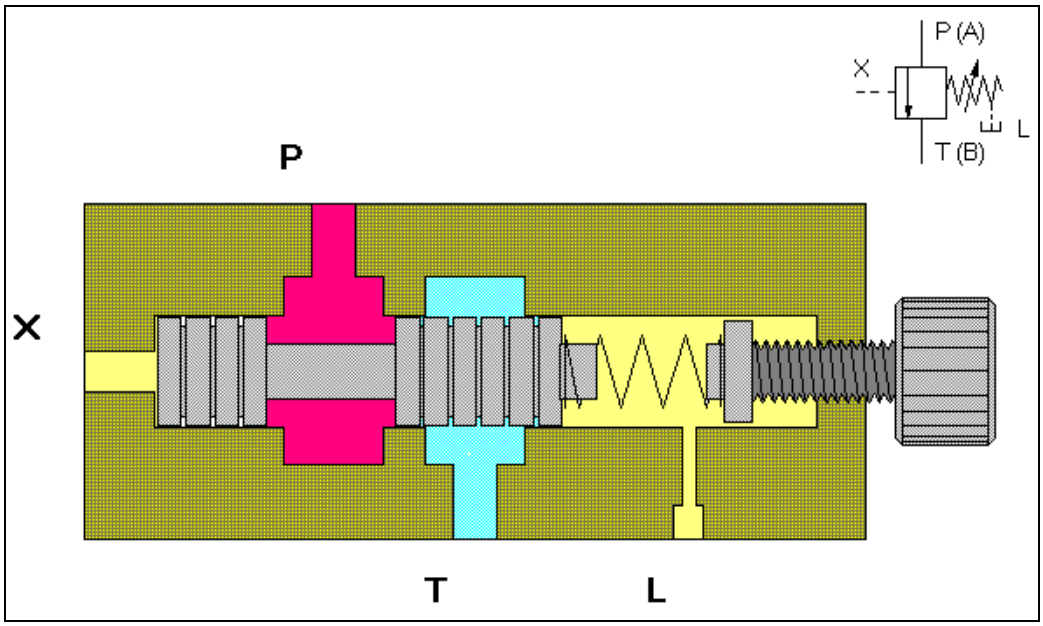
- **Basınç Düşürme Valfi:** Hidrolik sistemde farklı basınçla çalıştırılması istenen birden fazla silindir ve motorların kullanılması durumunda basınç düşürme valfi düşük basınçla çalışacak devre elemanının girişine bağlanır. Normalde açık konumdadır, basınç yükselince kapanır. Basınçtaki düşme oranı, üstteki vida ile ayarlanır.

Resim 1.17: Basınç düşürme valfi



Şekil 1.12: Basınç düşürme valfi prensibi ve sembolü

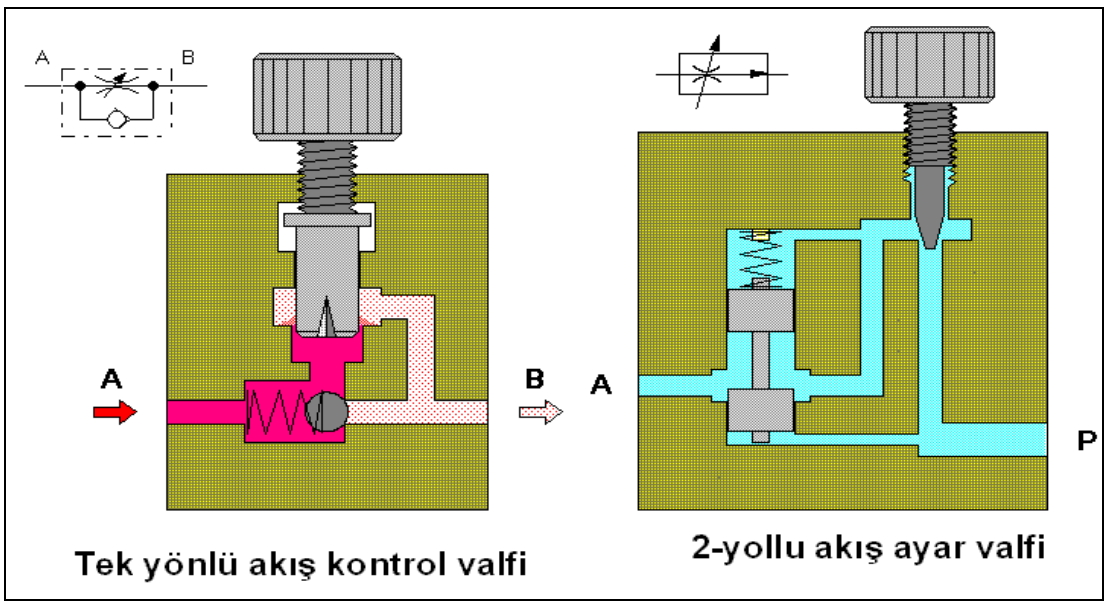
- **Basınç Sıralama Valfi:** Hidrolik sistemde birden fazla silindir veya hidrolik eleman devreye girecek ve farklı basınçta çalışacak ise normalde kapalı konumda olan valf istenen basınç değerine ulaşınca açılır. Hidrolik akışkan diğer alıcılara ulaşır.



Şekil 1.13: Basınç sınırlama valfi prensibi ve sembolü

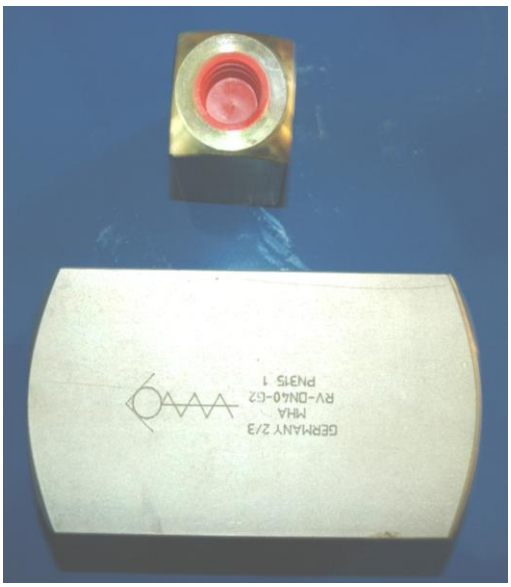
➢ **Akış Kontrol Valfleri:** Hidrolik sistemde kullanılan silindirin hızını, motorun devir sayısını ayarlamak için kullanılan valflerdir.

Resim 1.18: Akış kontrol valfleri

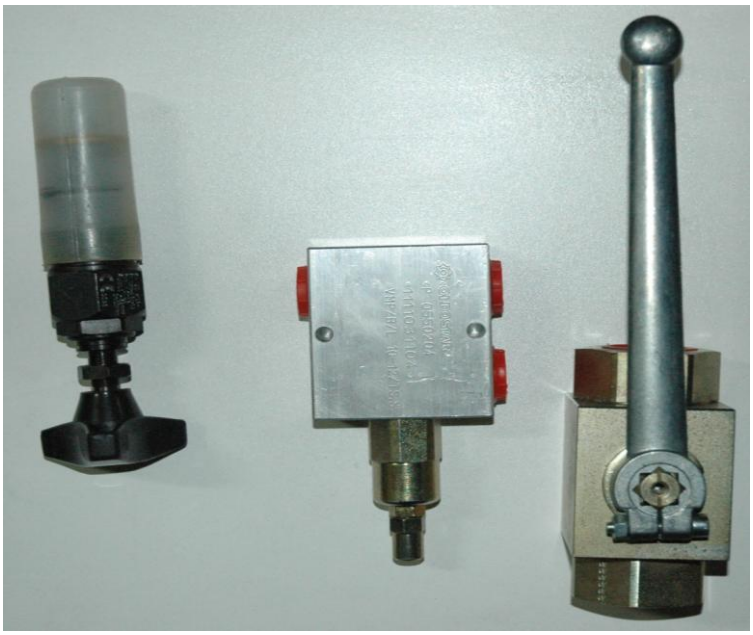


Şekil 1.14: Akış kontrol valfi prensibi

- **Açma-Kapama Valfleri:** Hidrolik akışkanın bir yönde akmasını engelleyen, diğer yönde akmasını sağlayan valflerdir.

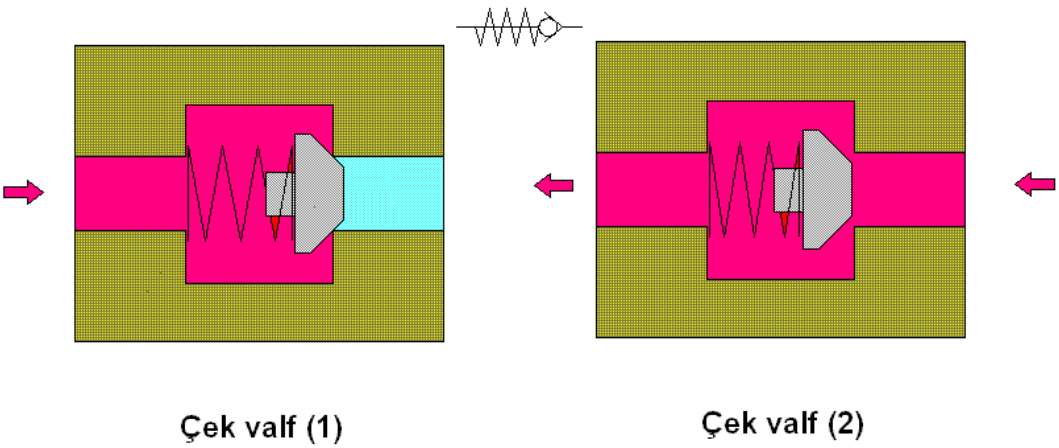


Resim 1.19: Çek valfler



Resim 1.20: Açma kapama valfleri

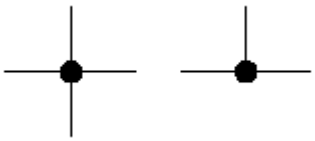
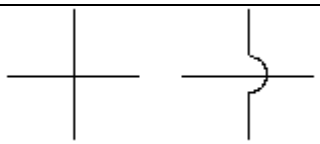
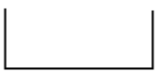
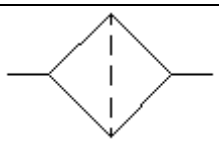
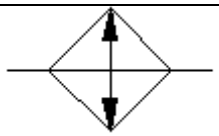
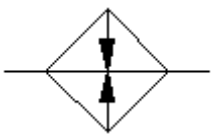
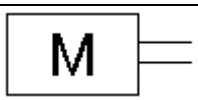
Resim 1.21: Çek valfler

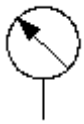
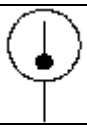
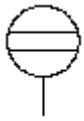


Şekil 1.15: Çek valflerin prensibi

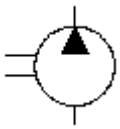
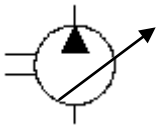
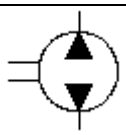
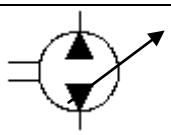
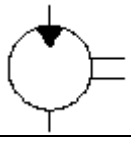
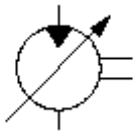
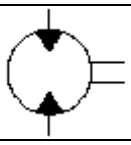
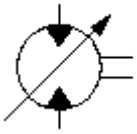
1.4. Hidrolik Devre Elemanlarının Sembol Bilgisi, ISO 1219 Normuna Göre Devre Elemanlarının Sembollerinin Tanıtımı

1.4.1. Hidrolik ve Pnömatik İçin Genel Semboller

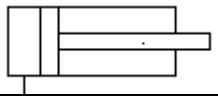
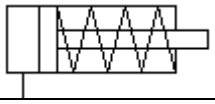
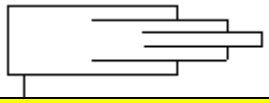
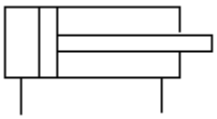
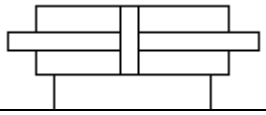
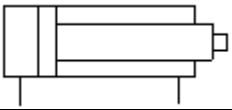
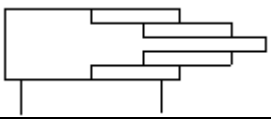
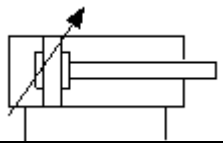
HİDROLİK VE PNOMATİK İÇİN GENEL DEVRE SEMBOLLERİ	
Hidrolik basınç kaynağı	
Basınç, iş, dönüş hattı	
Kontrol hattı	
Boşaltma hattı, kaçak hattı	
Hat bağlantısı	
Kesişen hatlar	
Tank	
Filtre	
Soğutucu	
Isıtıcı	
Elektrik motoru	
Isı kuvvet makinesi	

Ölçü aletleri sembolleri	
Basınç göstergesi	
Termometre	
Debimetre	
Seviye göstergesi	

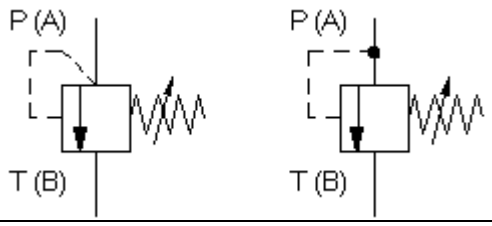
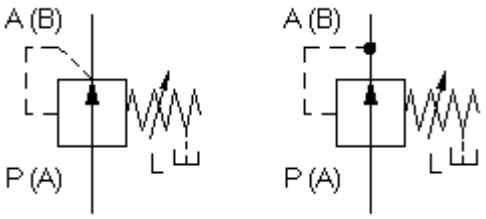
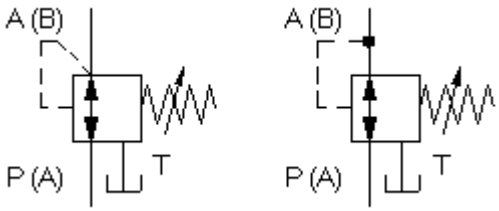
1.4.2. Hidrolik Pompa ve Motorlar

HIDROLIK POMPA SEMBOLLERI	
Tek akış yönlü, sabit debili hidrolik pompa	
Tek akış yönlü, ayarlanabilir debili hidrolik pompa	
Çift akış yönlü, sabit debili hidrolik pompa	
Çift akış yönlü, ayarlanabilir debili hidrolik pompa	
HIDROLIK MOTORLARIN SEMBOLLERI	
Hidrolik motorlar tek yönde döner (sabit).	
Hidrolik motorlar tek yönde döner (ayarlanabilir).	
Hidrolik motorlar çift yönde döner (sabit).	
Hidrolik motorlar çift yönde döner (ayarlanabilir).	

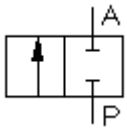
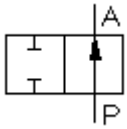
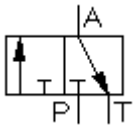
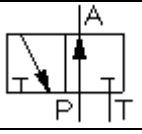
1.4.3. Hidrolik Silindirler

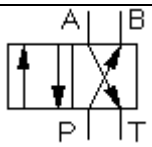
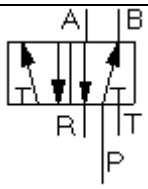
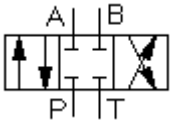
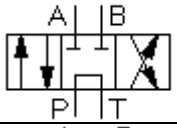
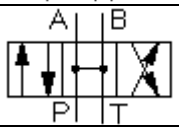
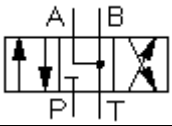
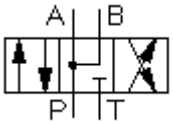
TEK ETKILI SILINDIR SEMBOLLERI	
Tek etkili silindir dış kuvvet geri getirmeli	
Tek etkili silindir yay geri getirmeli	
Tek etkili silindir teleskobik silindir	
ÇIFT ETKILI SILINDIR SEMBOLLERI	
Tek piston kollu	
Çift piston kollu	
Diferansiyel silindir	
Teleskobik	
Çift taraflı ayarlanabilir son konum yastıklamalı	

1.4.4. Hidrolikte Basınç Kontrol Valfleri

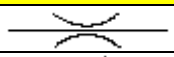
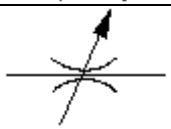
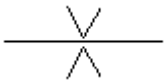
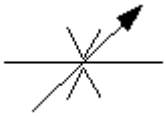
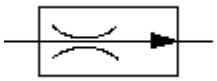
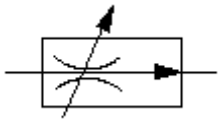
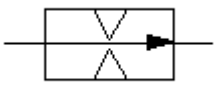
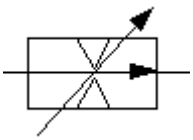
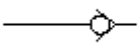
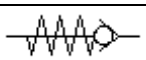
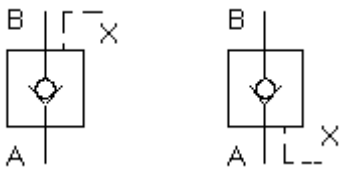
BASINÇ KONTROL VALFLERI SEMBOLLERI	
1- Basınç sınırlama valfi	
2- Yollu basınç ayar valfi	
3- Yollu basınç ayar valfi	

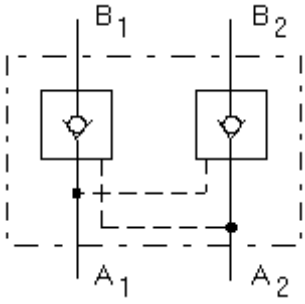
1.4.5. Hidrolikte Yön Kontrol Valfleri

YÖN KONTROL VALFLERININ SEMBOLLERI	
2/2 Yön kontrol valfi normalde kapalı	
2/2 Yön kontrol valfi normalde açık	
3/2 Yön kontrol valfi normalde kapalı	
3/2 Yön kontrol valfi normalde açık	

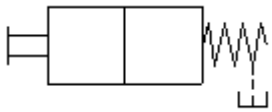
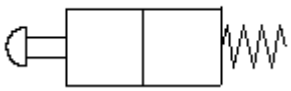
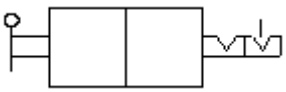
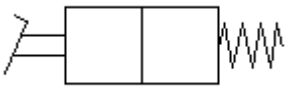
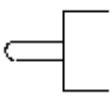
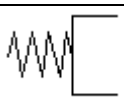
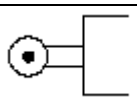
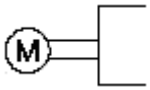
4/2 Yön kontrol valfi	
5/2 Yön kontrol valfi	
4/3 Yön kontrol valfi orta konum kapalı	
4/3 Yön kontrol valfi orta konum pompa dönüşlü	
4/3 Yön kontrol valfi H - orta konumlu	
4/3 Yön kontrol valfi orta konum iş hatları basınçsız	
4/3 Yön kontrol valfi orta konum baypas devresi	

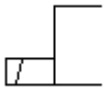
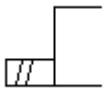
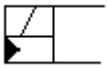
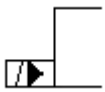
1.4.6. Akış Kontrol Valfleri

AKIŞ KONTROL VALFLERI SEMBOLLERI	
Kısıcı sabit	
Kısıcı ayarlanabilir	
Orifis sabit	
Orifis ayarlanabilir	
2- yönlü akış kontrol valfi kısıcı sabit	
2- yönlü akış kontrol valfi kısıcı ayarlanabilir	
3- yönlü akış kontrol valfi orifisli sabit	
3- yönlü akış kontrol valfi orifisli ayarlanabilir	
Çek valf sembolleri	
Çek valf (tek yönlü kapama valfi), yüksüz	
Çek valf, yay yüklü	
Kapatılabilir ve açılabilir çek valf	

Açılabilir çift çek valf	

1.4.7. Hidrolik Valflerin Uyarı (Kumanda) Yöntemleri

VALFLERIN ELLE KUMANDA SEMBOLLERI	
Yay geri getirmeli ve kaçak yağ kapısı olan genel sembolü	
Elle kumandalı ve yay geri getirmeli	
Elle kumanda kolu ve tutmalı	
Pedal kumandalı ve yay geri getirmeli	
Valflerin mekanik kumanda sembolleri	
Çubuk veya düğme	
Yay	
Makaralı çubuk	
Valflerin elektriksel kumanda sembolleri	
Elektrik motoru-sürekli dönme	

Tek sargılı bobinli-solenoid elektromanyetik kumanda	
Aynı yönde iki sargılı bobin ile elektromanyetik kumanda	
Elektrikli veya hidrolik akışkanla kontrol	
Elektro-hidrolik kontrol	

UYGULAMA FAALİYETİ

Hidrolik sistem elemanlarının seçimini yapabilme ve sembollerinin bilinmesi.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Hidrolik sistem projeleri çiziminde sık kullanılan sembolleri çiziniz.	➢ Çizilen sembolleri sembol tablolarıyla karşılaştırınız.
➢ Herhangi bir projeye bakarak aynısını siz de çizmeye çalışınız.	➢ Çizilen sembollerin ana şema ve sembol tablolarıyla doğruluklarını yapınız.
➢ Hidrolik sistemlerde kullanılan akışkanların özelliklerini inceleyiniz.	➢ Akışkanların genel özelliklerini önceden öğreniniz.
➢ Hidrolik sistemlerde kullanılan basınç ölçüm aletlerini inceleyiniz.	➢ Basınç ölçümünde kullanılan cihazların genel özelliklerini önceden öğreniniz.
➢ Hidrolik sistemlerin çalışma mantıklarını kavramak için hidrolik elemanların bulunduğu deney setlerini inceleyiniz.	➢ Hidrolik sitemleri kavramak için minimum malzeme isimlerini ve şekillerini öğreniniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Hidrolik veya pnömatik sistemde, belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarı ..... olarak tanımlanır.
Boşluğa ne gelmelidir?
A) Basınç B) Debi C) Güç D) Kuvvet

2. Manometrede okunan basınç değerine ne denir?
A) Basınç B) Efektif basınç C) Mutlak basınç D) Kuvvet

3. Bernoulli kanunu aşağıdaki şıklardan hangisinde açıklanmıştır?

A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.
B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.
C) Yer çekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.
D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanır.

4. Kovitasyonun açıklaması hangisidir?
A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.
B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.
C) Yer çekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.
D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanır.

5. Süreklilik denklemini açıklayan şık hangisidir?
A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.
B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.
C) Yer çekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.
D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanır.

6. Paskal Kanunu'nu açıklayan şık hangisidir?
A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.
B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.
C) Yerçekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.
D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanır.

7. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistemin üstünlüğü **değildir?**
A) Hidrolik sistemler, sessiz çalışırlar.
B) Hidrolik akışkanlar, yüksek ısılara karşı hassastır. Akışkan sıcaklığının 50^0C'yi geçmesi istenmez.
C) Hassas hız ayarı yapılabilir.
D) Akışkan olarak hidrolik yağ kullanıldığı için devre elemanları aynı zamanda yağlanmış olurlar.

8. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistemin dezavantajı **değildir?**
A) Hidrolik devre elemanları uzun ömürlüdür.
B) Depo edilebilirliği azdır.
C) Hidrolik devre elemanlarının fiyatları pahalıdır.
D) Hidrolik devre elemanları yüksek basınçlarda çalışacağı için yapıları sağlamdır.

9. Hidrolik yağın bileşimindeki hidrokarbonların havanın oksijeni ile kimyasal reaksiyona girerek çamur veya sakız şeklinde tortuların meydana gelmesi olayına …….. denir.
Boşluğu tamamlayınız.
A) Polimerleşme B) Köpüklenme C) Viskozite D) Oksidasyon

10. Akışkanların akıcılık özelliklerini ifade eder. Yağların akmaya karşı gösterdiği zorluktur. Neyin ifadesidir?
A) Polimerleşme B) Köpüklenme C) Viskozite D) Oksidasyon

11. Yüksek basınçtaki akışkan sistem içinde yüksek hızda hareket ederken hava molekülleri ile yağ moleküllerinin çarpışması sonucunda meydana gelen şoklar …….. yol açar.
Boşluğa ne gelmelidir?
A) Polimerleşme B) Köpüklenme C) Viskozite D) Oksidasyon

12. Hidrolik sistemlerde akışkanın tanktan alıcılara taşıyan ve alıcıdan tekrar tanka taşıyan elemanlara ne ad verilir?
A) Tank B) Filtre C) Hortum ve borular D) Pompa

13. Tankta bulunan akışkanı ayarlanan basınç ve debide sisteme gönderen devre elemanına ne ad verilir?

A) Tank B) Filtre C) Hortum ve borular D) Pompa

14. Hidrolik sistemde basınçlı akışkanın hidrolik enerjisini dairesel harekete dönüştürmek için kullanılan elemanlara …… denir.

Boşluğu tamamlayınız.

A) Tank B) Hidrolik motor C) Hortum ve borular D) Pompa

15. Basınçlı akışkan silindirin iki ayrı yerinden girip pistonun iki yüzeyine etki ederek ileri geri hareketleri akışkan gücüyle üreten silindirlerdir.

Neyin açıklamasıdır?

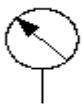
A) Tek etkili silindir B) Hidrolik motor C) Çift etkili silindir D) Pompa

16. Valflerde kapalı konum, aşağıdakilerin hangisiyle gösterilir?

A) B) C) D)

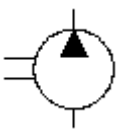
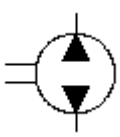
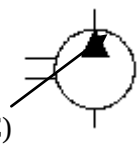
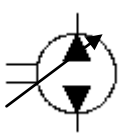
17. neyin sembolüdür?

A) Kontrol hattı
B) Hidrolik basınç kaynağı
C) Isıtıcı
D) Elektrik motoru

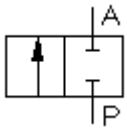
18.  neyin sembolüdür?

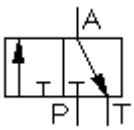
A) Isı kuvvet makinesi
B) Basınç göstergesi
C) Elektrik motoru
D) Seviye göstergesi

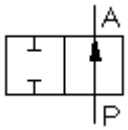
19. Çift akış yönlü, ayarlanabilir debili hidrolik pompa sembolü hangisidir?

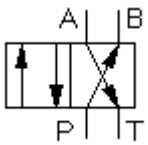
A)  B)  C)  D) 

20. Normalde kapalı 3/2 yön kontrol valfi sembolü hangisidir?

A) 

B) 

C) 

D) 

PERFORMANS TESTİ

KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Hidroliğin tanımını yapabiliyor musunuz?		
2	Hidrolik devre elemanlarını sınıflandırabiliyor musunuz?		
3	Hidrolik sistemin avantajını biliyor musunuz?		
4	ISO 1219 normuna göre uygun eleman sembolünü seçebiliyor musunuz?		
5	Hidrolik ile ilgili temel kanunları biliyor musunuz?		
DÜŞÜNCELER ……....			

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. "Hayır" cevabı verdiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz. Tüm sorulara "evet" cevabı verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında asansörün hidrolik sistem devrelerinin tasarımını yapabileceksiniz.

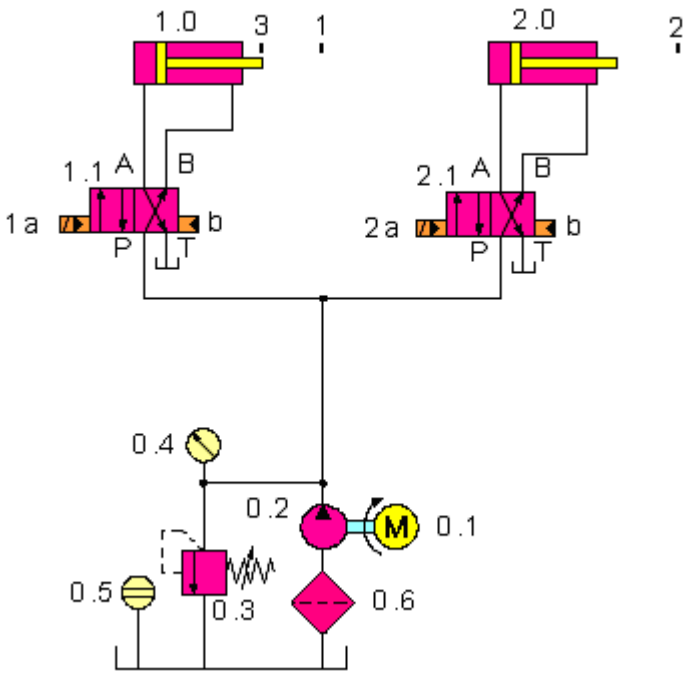
ARAŞTIRMA

- Asansörün hidrolik tamponlarının çalışma devrelerinin çizimlerini inceleyiniz.
- Asansörün hidrolik kaldırma sisteminin çizimlerini inceleyiniz.

Araştırma işlemleri için internet ortamından, üretici firma katologlarından ve kaynak yayınlardan yararlanabilirsiniz.

2. HİDROLİK DEVRE TASARIMI YAPMAK

2.1. Hidrolik Devre Çizim Bilgisi



Şekil 2.1: Hidrolik devre

2.1.1. Hidrolik Devre Çizimlerinde Elemanların Numaralandırılması

Grupların numaralandırılması

Grup 0:Enerji besleme biriminin tüm elemanları
Grup 1.,2.,3.,: Her silindir için bir grup numarası

Sırayla numara sistemi

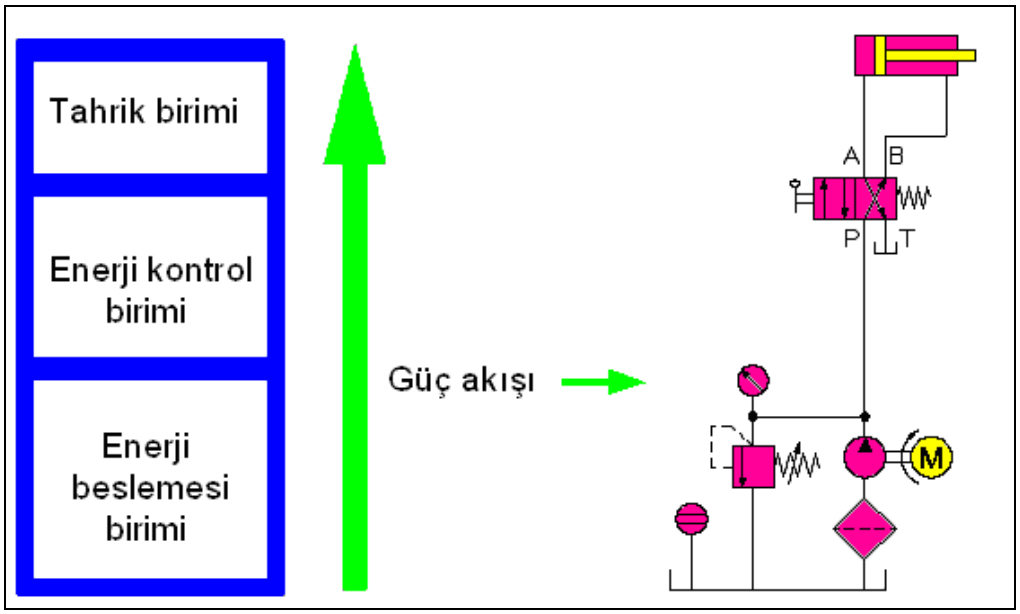
.0 : İş elemanı 1.0, 2.0 gibi
.1 : Son kontrol elemanı 1.1, 2.1 gibi
.4 : İş elemanının ileri hareketini etkileyen tüm elemanlar (çift rakamlar) 1.2, 1.4, 2.2 gibi
.3;5 : İş elemanının geri hareketini etkileyen tüm elemanlar (tek rakamlar) 1.3, 1.5, 2.3 gibi
.01.02. : İş elemanı ile son konum elemanı arasındaki elemanlar 1.01, 1.02 gibi

2.1.2. Fonksiyon Blok Diyagramı

Kontrol tekniğinde hareketlerin birbiri ile bağlantılı olarak akışını göstermede kullanılır.

2.1.3. Hidrolik Devre Çizim Kuralları

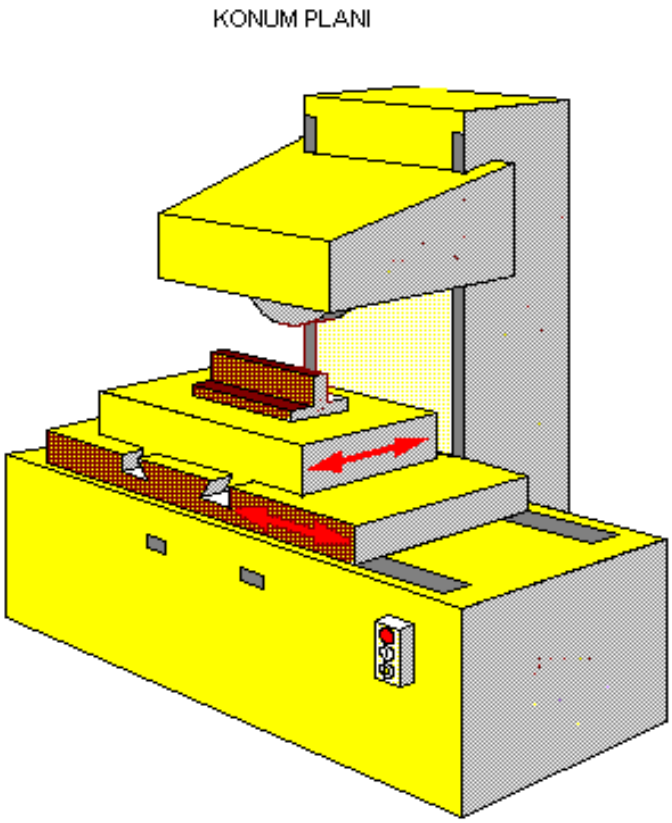
Altta enerji besleme birimi, ortada enerji kontrol birimi, üstte tahrik birimi yerleştirilir. Yönlendirme valfleri, mümkün olduğunca yatay çizilir. İletim hatları, doğrusal ve kesişmeyecek şekilde çizilmelidir. Elemanların ilk konumları gösterilmelidir. Birden fazla iş elemanı var ise her iş elemanı, ayrı bir kontrol zinciri olarak ele alınmalıdır.



Şekil 2.2: Hidrolik devre aşamaları

2.2. Hidrolik Kumanda Bilgisi

2.2.1. Konuma Bağlı Kontrol

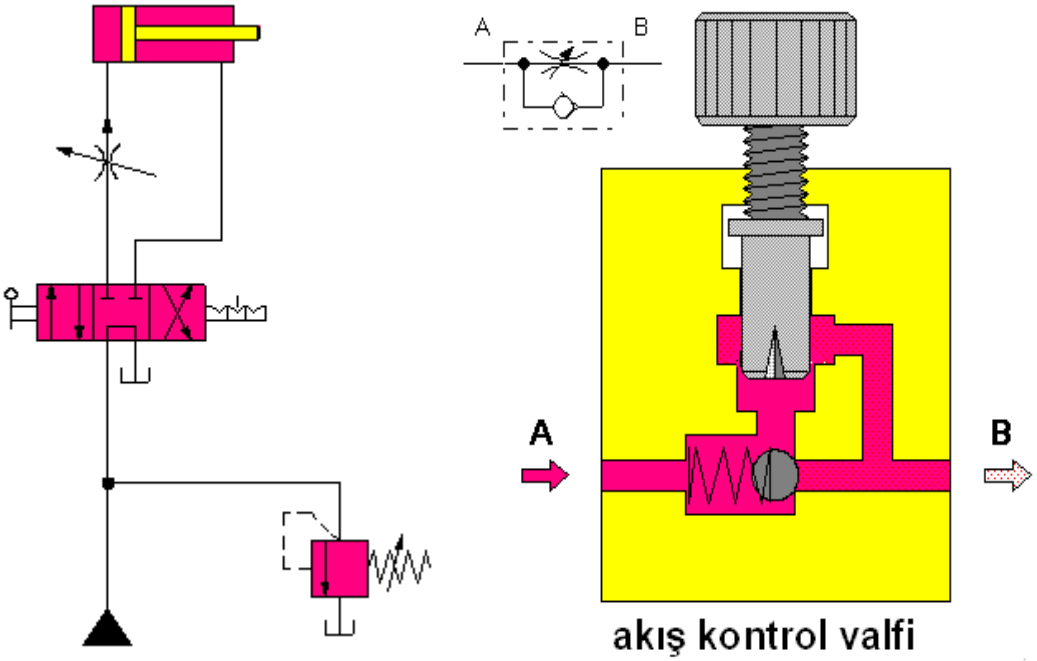


Şekil 2.3: Yatay taşlama makinesinin konumlandırılması

İşi yapacak olan makinenin durumunu, konuş şeklini gösteren şekildir. Örnek bir konuma bağlı kontrol için şekil yukarıda gösterilmiştir.

2.2.2. Hıza Bağlı Kontrol

Hidrolik silindir ya da motorun istenilen hız ya da devirde dönmesini bu değerleri istenildiğinde değiştirmek için ayarlanabilir akış kontrol valfleri kullanılır.



Şekil 2.4: Akış kontrol valfi hidrolik devre

2.2.3. Saymaya Bağlı Kontrol

Sayıcı röle kullanılarak istenilen sayma işlemi gerçekleştirilir. Silindir çıkışına bağlanacak kızıl ötesi sensör, manyetik sensör, optik sensör, indüktif sensör, kapasitif sensörlerden her- hangi birinden alınan palsler, sayıcı röleye iletilir. Sayma işlemi gerçekleştirilir. Sensör, ayarlanan değeri sayınca elektromanyetik kumandalı valfin enerjisini keser ve sistem durur.

2.2.4. Zamana Bağlı Kontrol

Zaman sayıcı akış kontrol valfleri ayarlanarak zaman ayarı da gerçekleştirilir.

2.2.5. Basınca Bağlı Kontrol

Basınca bağlı kontrol, basınç ayar valfleriyle gerçekleştirilir. Bu valfle gelen basınç değeri, istenilen değere düşürülür ve basınç sabit tutulur. Sıkma ve bağlama işlerinde basıncın sabit kalması istenir.

2.2.6. Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uygulanacak Yöntemler

1. Kontrol, hangi işlemleri yerine getirmesi gerekiyor. Bunlar belirlenir. Bunun için şu sorulara cevap aranır:

i.Hareket türü (doğrusal-döner hareket)

ii.İş elemanı sayısı

iii.Hareketlerin birlikte etkisi

İstenilen kuvvetlerden veya momentlerden, hızlardan veya devir sayısından gerekli olan hacimsel debi ve basınç bulunur. Enerji besleme birimi hesaplanır.

2. Hidrolik devre elemanları seçilir. Seçmeye silindir ve motorlardan başlanır ve boyutları belirlenir. Devre şeması çizilir. Parça listesi çıkarılır. Parçalar numaralandırılır.

3. Devre şemasına ve yapım için takip edilecek sıra numarasına göre yapıma başlanır. Burada güvenlik çok önemlidir. Boru ve hortum bağlantıları gerçekleştirilir. Cihazlar, verilen değerlere ayarlanır.

4. Sistem çalıştırılmadan önce bağlantılar ve yapı elamanları son defa kontrol edilir. Sistem işletmeye aşağıdaki işlemler yapılarak alınır:

- Yağ miktarı kontrol edilmelidir. Filtre kullanılmalıdır.
- Tahrik motorunun dönme yönü kontrol edilir.
- Valfler, başlangıç konumuna alınmalıdır.
- Basınç kontrol ve akış kontrol valfleri küçük değerlere ayarlanmalıdır.
- Sistemin havası alınmalıdır.
- Akışkan seviyesi, tekrar kontrol edilmelidir.
- İlk işlemin testi, düşürülmüş basınç ve hacimsel debi ile yapılmalıdır.
- İşletme değerleri ayarlanmalıdır.
- Bundan sonra işlemlerin testine ve ölçmelere başlanabilir.

2.3. Teknik Proje Bilgisi

2.3.1. Hidrolik Devre Elemanları İle Sistemin Planlanması

Sistemin hangi işlemleri yerine getirmesi gerekiyor? Bunlar belirlenir. Bunun için şu sorulara cevap aranır:

- Hareket türü (doğrusal-döner hareket)
- İş elemanı sayısı
- Hareketlerin birlikte etkisi

İstenilen kuvvetlerden veya momentlerden, hızlardan veya devir sayısından gerekli olan hacimsel debi ve basınç bulunur. Bu şekilde enerji besleme birimi hesaplanır. Sistem hakkında gerekli teorik bilgi edinilmelidir.

Elde edilen değerlerden hidrolik elemanlar seçilir. Seçmeye silindir veya motorla başlanır. İstenilen kuvvet veya momentten gerekli yüzey büyüklüğü ve böylece iş makinesinin boyutları belirlenir. İstenilen hız veya devir sayısından gerekli hacimsel debi bulunur.

2.3.2. Basit Evre Şemalarının Çizimi

Devre şemasının çiziminde hidrolik semboller ve B 1'de öğrendiğimiz kuralları dikkate almalıyız. Devre şemasını tekrar kontrol ederiz. Kullanılan elemanlara ait teknik bilgiler ve tanıtıcı numaralarla tamamlanması gerekir. Cihazların ayarlanmasına ilişkin değerler devre şemasında belirtilmelidir.

2.3.3. Devre Şemasının Analizi ve Kurulması

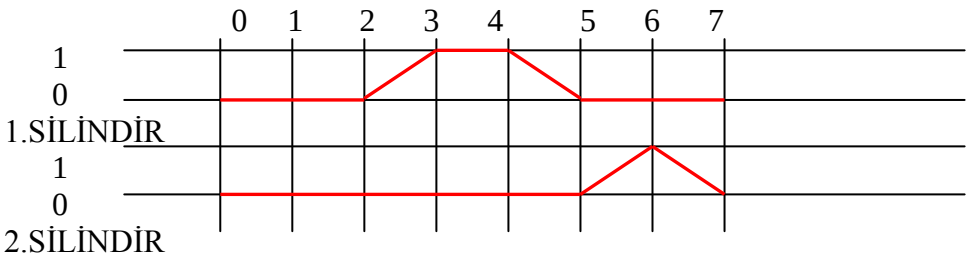
Parça listesi hazırlanır. Devre şemasına ve yapım için takip edilecek sıra numarasına göre yapıma başlanır. Burada güvenlik çok önemlidir. Boru ve hortum bağlantıları gerçekleştirilir. Cihazlar verilen değerlere ayarlanır. Sistem çalıştırılmadan önce bağlantılar ve yapı elemanları son defa kontrol edilir. Sistem, işletmeye aşağıdaki işlemler yapılarak alınır:

- Yağ miktarı kontrol edilmelidir. Filitre kullanılmalıdır.
- Tahrik motorunun dönme yönü kontrol edilir.
- Valfler, başlangıç konumuna alınmalıdır.
- Basınç kontrol ve akış kontrol valfleri, küçük değerlere ayarlanmalıdır.
- Sistemin havası alınmalıdır.
- Akışkan seviyesi, tekrar kontrol edilmelidir.
- İlk işlemin testi, düşürülmüş basınç ve hacimsel debi ile yapılmalıdır.
- İşletme değerleri ayarlanmalıdır.
- Bundan sonra işlemlerin testine ve ölçmelere başlanabilir.

2.3.4. Yol-Adım Diyagramının Çizilmesi

Birden fazla silindirin kullanıldığı sistemlerde silindirlerin hareketlerini gösteren diyagramdır. Sistem tasarısı yapılırken önce bu plan yapılır. Elemanlar buna göre yerleştirilir. Diyagram çizilirken şunlara dikkat edilir:

- Silindir hareketleri, tabloya göre daha kalın çizilmelidir.
- Her silindire bir numara verilmelidir.
- Silindirin ileri hareketi, 0'dan 1'e eğik çizgiyle gösterilir.
- Silindirin sabit konumları yatay çizgiyle gösterilir.
- Silindirin geri hareketi, 1'den 0'a eğik çizgiyle gösterilir.

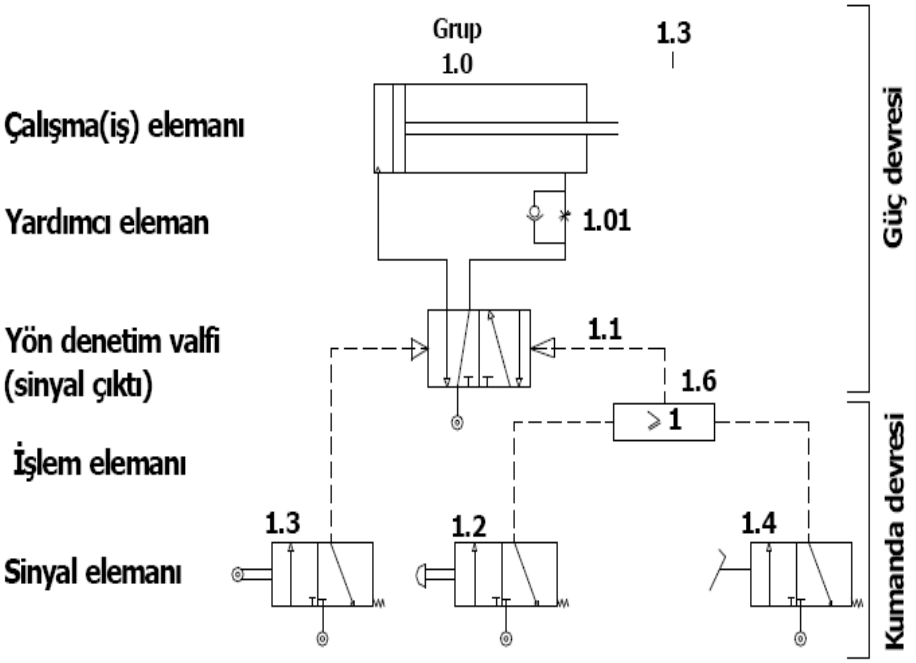


Şekil 2.5: Yol - adım diyagramı

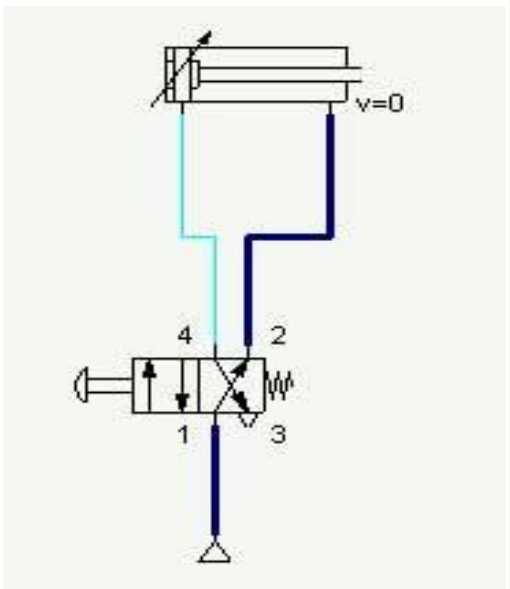
UYGULAMA FAALİYETİ

Bir çift etkili silindirin bir düğmeli veya pedallı valfe basıldığında ileri hareket etmesi strokunu tamamladığında geri dönmesi istenen devre tasarlamak.

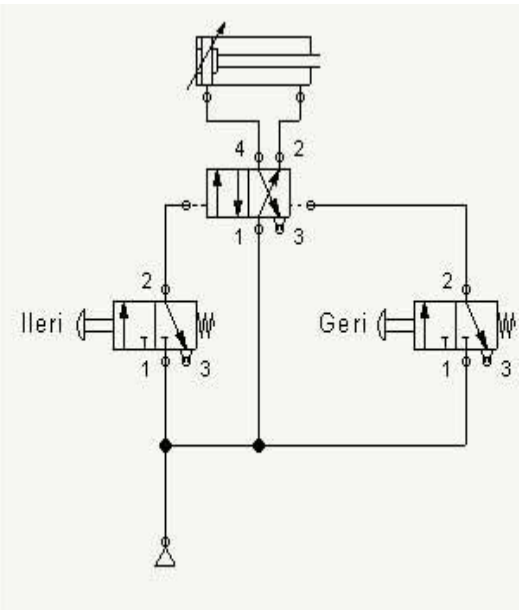
İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Öncelikle çizilen devrenin taslağı kontrol akış diyagramına uymalıdır. Aşağıdan yukarıya doğru bir sinyal akışı olmalıdır. Devre diyagramı için enerji girişi gerektiren tüm elemanlar, aşağıya çizilmeli ve enerji aşağıdan yukarıya doğru dağıtılmalıdır. Devre diyagramı elemanların fiziksel yerleri dikkate alınmaksızın ve tüm silindirlerle yön valflerinin yatay çizilmelidir.	➢ Devre diyagramını geliştirirken öncelikle devre taslağı denetim akış diyagramına uymalı; aşağıdan yukarı doğru bir sinyal akışı sağlanmalıdır.
➢ Hidrolik denetim sistemi; bir akışkan silindir ile sinyal girdisi, sinyal işleme ve sinyal çıktısı gibi işlevleri bir bütün hâlinde yerine getiren bir adet denetim valfinden oluşabilir.	➢ Devre diyagramı, elemanların fiziksel yerleri dikkate alınmaksızın çizilmeli; silindirler ve yön denetim valfleri yatay yerleştirilmelidir.
➢ Denetim işlevi, birden fazla değişkeni gerektiriyorsa çalışma döngüsü; sinyal girdisi, sinyal işleme ve sinyal çıktısı için ayrı elemanlardan oluşmak zorundadır. Birden fazla değişkenin var olduğu nispeten büyük ve karmaşık hidrolik devrelerde devre: 1) Veri toplama ve veri işleme işlevlerinin yerine getirildiği sinyal girdi ve sinyal işleme elemanlarının birlikte bulunduğu kumanda devresi, 2) Çalışma elemanlarının ve bu elemanlara yön veren ana yön denetim valflerinin bulunduğu güç devresi olmak üzere iki ayrı kısımda incelenir.	➢ Kumanda devresi, güç devresinden uzak bir yerde bulundurulabilir, ancak enerji tasarrufu ve yüksek çevrim hızları için bu mesafe mümkün mertebe kısa tutulmalıdır.



2- Çift etkli silindirin 4/2 geri dönüş yaylı valfle ileri kontrolü
3- Çift etkli silindirin ileri-geri kontrolü



(2)



(3)

PERFORMANS TESTİ

KONTROL ÖLÇEĞİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Hidrolik devre elemanlarını doğru numaralandırdınız mı?		
2	Hıza bağlı kontrol devresini tasarlidınız mı?		
3	Yol adım diyagramını çizdiniz mi?		
4	Hidrolik devre kurmada uygulanacak kuralları biliyor musunuz?		
DÜŞÜNCELER ……..			

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. "Hayır" cevabı verdiğiniz sorularla ilgili konuları, faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz. Tüm sorulara "Evet" şeklinde cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında asansörün hidrolik sistemlerinin değişimini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

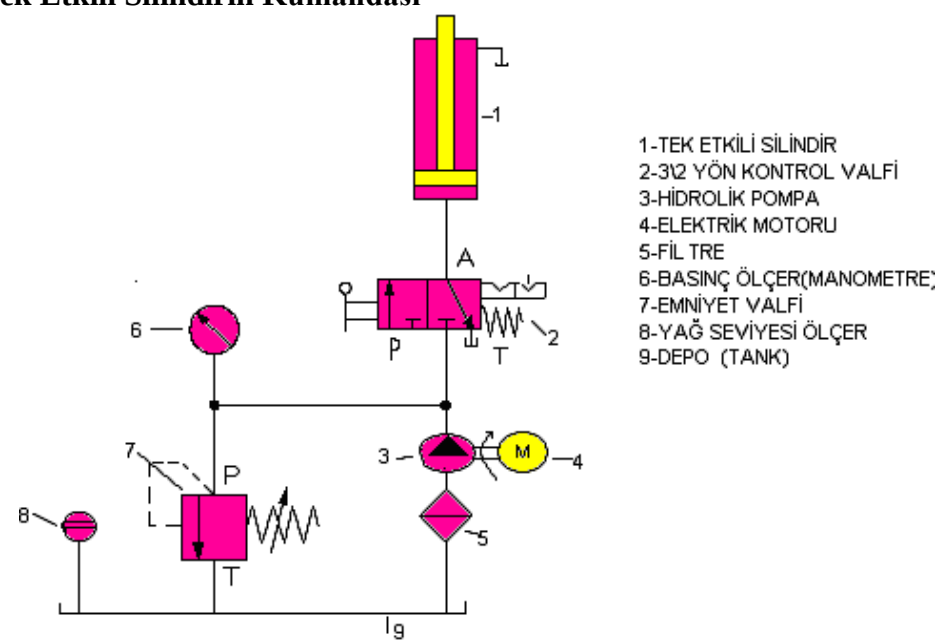
- Asansörün hidrolik tamponlarını araştırınız.
- Asansörün hidrolik kaldırma sistemlerini araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamı, üretici firma katoloğlarından ve kaynak yayınlardan yararlanabilirsiniz.

3. HİDROLİK SİSTEM KURMAK VE ÇALIŞTIRMAK

3.1. Proje Okuma Bilgisi

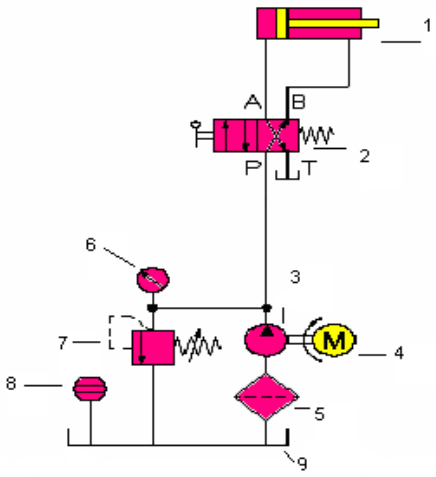
3.1.1. Tek Etkili Silindirin Kumandası



Şekil 3.1: Tek etkili silindir kumanda devresi

Basınç hattından gelen hidrolik akışkan, 3/2 yön kontrol valfine basılınca valften geçer. Silindiri ileri iter. Valfin ilk konumuna gelmesini sağlayınca silindir yer çekimi sayesinde ilk konumuna gelir.

3.1.2. Çift Etkili Silindirin Kumandası



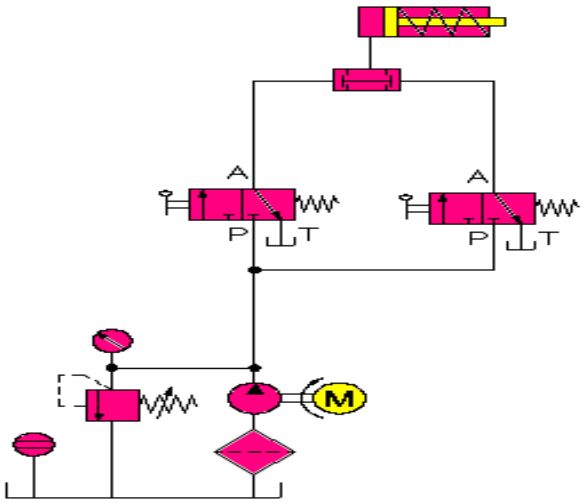
Şekil 3.2: Çift etkili silindirin kumandası

1- Tek piston kollu çift etkili silindir
2- 3/2 yön kontrol valfi
3- Hidrolik pompa
4- Elektrik motoru
5- Filtre
6- Basınçölçer
7- Emniyet valfi
8- Yağ seviye ölçer
9- Depo (tank)

Basınç hattından gelen hidrolik akışkan, 4/2 valfinin B ucundan geçerek valfi geri konumda tutar. Valfin konum değiştirmesini sağladığımızda A ucundan geçen akışkan, silindirin ileri gitmesini sağlar. Valf tekrar konum değiştirdiğinde silindir geri konumuna gelir.

3.1.3. VE Valfi Uygulamaları

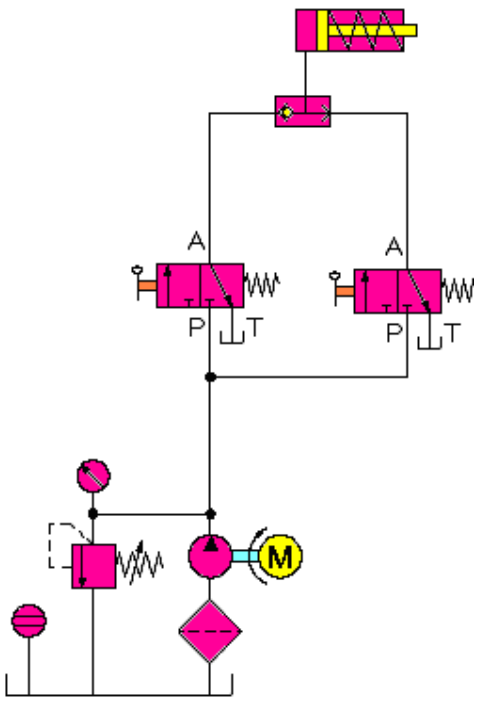
Şekildeki hidrolik sistemde 3/2 valflerine beraber basılmadığı sürece silindirimiz ileri hareket etmez. Silindir ileri itildikten sonra valflerden biri ya da ikisine de uygulanan baskı kalkması durumunda silindir, yay sistemi sayesinde geri gelir. Silindirin ileri gitmesini sağlayan hidrolik akışkandır.



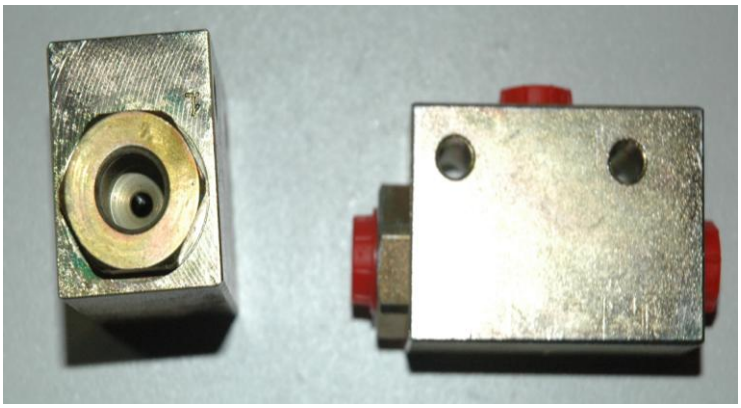
Şekil 3.3: Ve valfi uygulama devresi

3.1.4. VEYA Valfi Uygulamaları

Pompadan çıkan akışkan, 3/2 yön kontrol valflerine gelir. Yön kontrol valflerinin birine uygulanacak baskı ile veya valfi içindeki mekanizma diğer yöne itilir. Silindirimiz ileri itilir. Bu durum, iki valf için de aynıdır. Silindirimiz yay sistemi sayesinde valfler ilk konumlarına döndüğünde gelen akışkan kesileceğinden geri gelir.

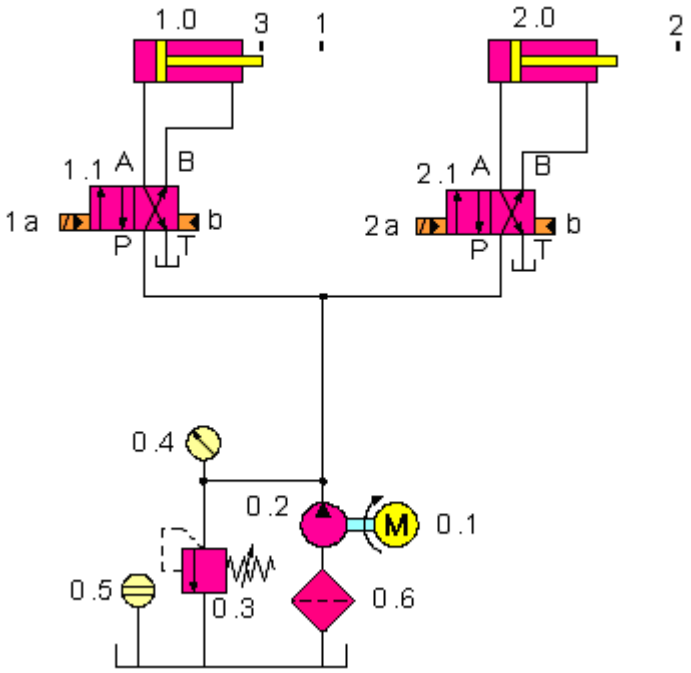


Şekil 3.4: VEYA valfi uygulama devresi



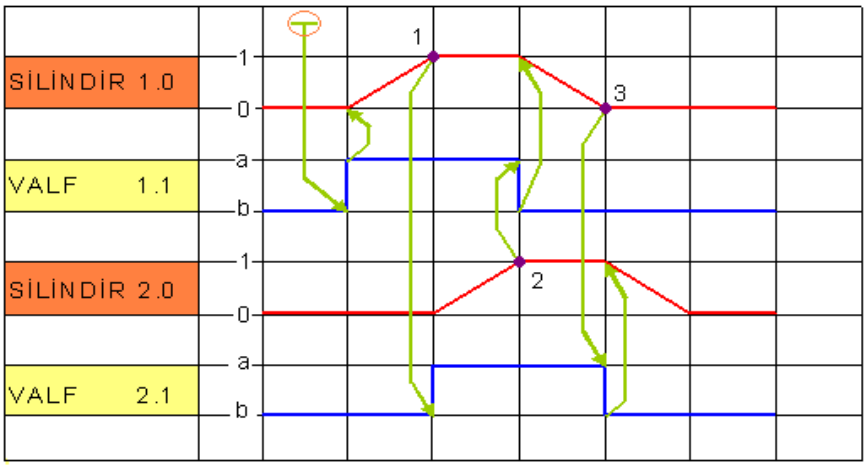
Resim 3.1: VEYA valfi

3.1.5. Birden Fazla Silindirin Kontrolü



Şekil 3.5: İki ayrı silindirin kontrolüne ait devre

3.1.6. Yol-Adım Diyagramının Çıkarılması



Şekil 3.6: Yol-adım diyagramı

3.2. Projedeki Hidrolik Elemanlar Listesinin Çıkarılması

Konum numarası	Miktarı	Adı
0.1	1	Elektrik motoru
0.2	1	Basınç kaynağı
0.3	1	Ayarlanabilen basınç sınırlama valfi
0.4	1	Basınç göstergesi
0.5	1	Yağ seviyesi ölçer
0.6	1	Filtre
1.1	1	Elektro-hidrolik 4/2 yönlendirme valfi
1.0	1	Çift etkili silindir
2.1	1	Elektro-hidrolik 4/2 yönlendirme valfi
2.0	1	Çift etkili silindir

3.3. Bağlama Parçaları

Hidrolik sistemlerde akışkanı tanktan alıcılara taşıyan ve alıcıdan tekrar tanka taşıyan elemanlar ve bunları birleştiren elemanlardır. Bunlar boru, hortum, flanş, kavrama, maşon vb.

Bağlantı elemanları gerekli basınç, debi ve akış hızını sağlayacak şekilde tespit edilmeli; çalışma basıncına dayanacak yapıda olmalıdır.

3.3.1. Hortum Bağlantı Elemanları

1-Vidalı armatür: Hortum için gerekli olan tutma kuvveti, kısımları eksenel doğrultuda birbirleri ile vidalamak suretiyle gerçekleştirilir.

2-Pres armatürü: Hortum için gerekli olan tutma kuvveti, armatürün bir parçasının preslenip şekil değiştirmesiyle gerçekleşir.

3-Telli kelepçe: Hortum için gerekli olan tutma kuvveti, dıştan geçirilen bilezik şeklindeki bir halkanın sıkıştırılması ile gerçekleşir.

4-Bantlı kelepçe: Hortum için gerekli olan tutma kuvveti, kıskacın sıkılması ile gerçekleşir. Yüksek basınçlar için uygun değildir.

5-Geçmeli armatür: Üzerinde vidaya benzer dişler bulunan boru şeklindeki bir elemanın hortuma geçirilmesi ile hortumda oluşan şekil değiştirme kuvvetleri tutucu kuvveti oluşturur. Yüksek basınçlar için uygun değildir.

3.3.2. Boru Bağlantı Elemanları

1-Flanş: Flanşın boruya bağlanması, kaynak veya cıvata ile sağlanır. Büyük çaplı borularda kullanılır.

Resim 3.2: Bağlantı elemanları-1

Resim 3.3: Bağlantı elemanları-2 (Rakor: Vidalı bağlantı)

Resim 3.3: Bağlantı elemanları-3

1. Sızdırma ve kayıpların önlenmesi

Hidrolik elemanlarda yağ kaçakları sebebiyle oluşan yağ kayıplarını önlemek için sızdırmazlık elemanları kullanılır. Sistemdeki akışkanın azalması, basınç kayıplarına neden olur. Bu da verimi düşürür.

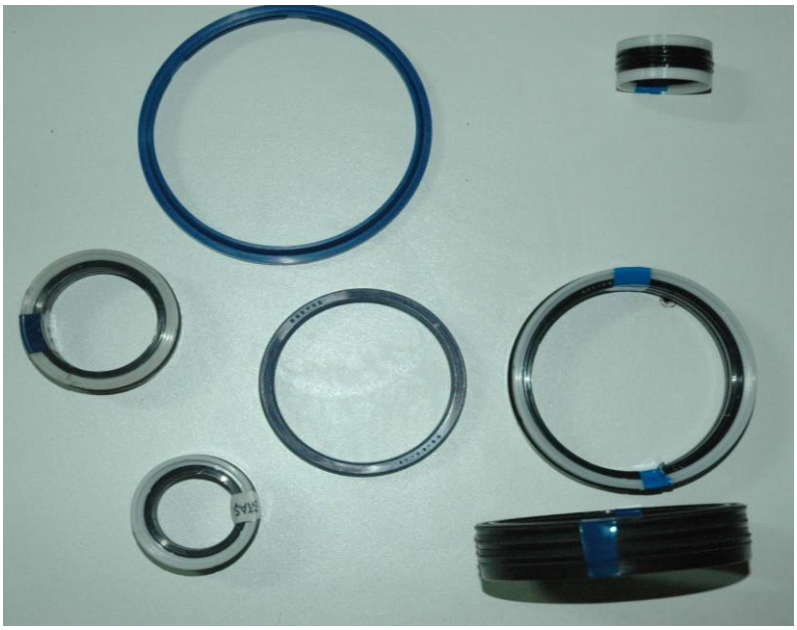
Genel olarak hareketsiz kısımlar arasına statik sızdırmazlık elemanları ve hareketli kısımlar arasına dinamik sızdırmazlık elemanları yerleştirilir.

A-Statik sızdırmazlık elemanları

1-Contalar: Flanş ve kapaklarda kullanılır.
2-O-Halkası: Silindir gövdesinde kullanılır.

B- Dinamik sızdırmazlık elemanları

1-Toz keçeleri: Piston koluna dış ortamdan yapışan tozları temizler.
2-Piston kolu keçeleri: Silindir içindeki basınçlı akının piston kolu tarafından dışarı sızmasını engeller.
3-Piston keçeleri: Silindirin her iki tarafında basınç farkı yaratan piston keçesi, verimli hareketin oluşumuna yardımcı olur.



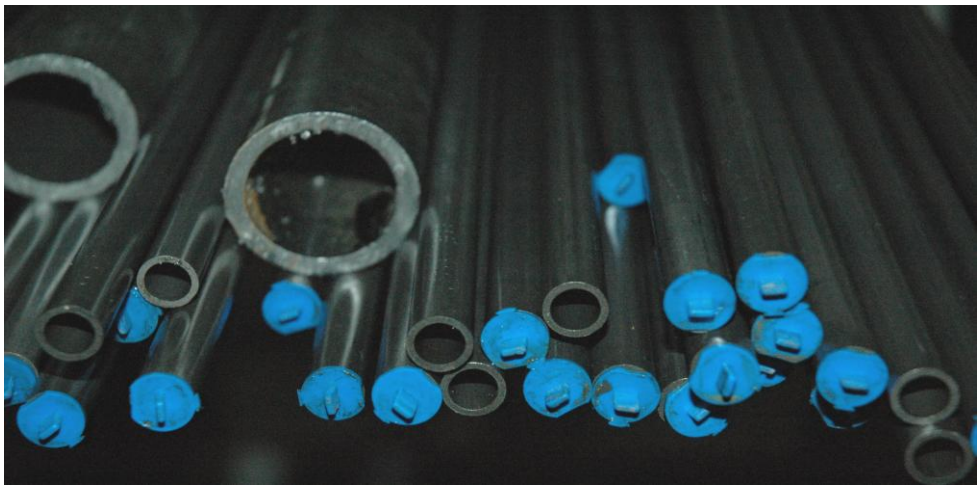
Resim 3.4: Hidrolik sızdırmazlık elemanları

3.4. Boru ve Hortumlar

3.4.1. Boru ve Hortumların Yapısı ve Çeşitleri

3.4.1.1. Hidrolik Devrelerde Kullanılan Borular ve Normları

Boru hattı için DIN 2391'e göre dikişsiz hassas borular kullanılır.Boruların et kalınlığı, hattaki maksimum basınç ve ani basınç artmaları için düşünülen bir emniyet faktörü dikkate alınarak belirlenir.



Resim 3.5: Hidrolik boru

Borulardan oluşan hatlarda; dirsekler ve açılı bağlantı yerlerinde kayıpların fazla olmaması, diğer taraftan boyutlandırmanın makul sınırlar içerisinde kalması için aşağıda verilen akış hızlarının aşılmaması gerekir.

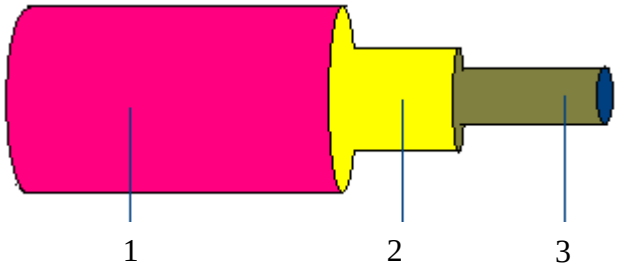
Basınç hattı: İşletme basıncı 50 bara kadar :4,0 m/s
İşletme basıncı 100 bara kadar :4,5 m/s
İşletme basıncı 150 bara kadar :5,0 m/s
İşletme basıncı 200 bara kadar :5,5 m/s
İşletme basıncı 300 bara kadar :6,0 m/s
Emme hattı :1,5 m/s
Dönüş hattı :2,0 m/s

3.4.1.2. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Hortumlar ve Normları

Hortumlar, hareketli hidrolik devre elemanların birbirine bağlanmasında kullanılır.Hortumların yüksek esneme kabiliyetleri olduğu için sistem basıncının sık sık değiştiği, sıcaklık farkının yüksek olduğu durumlarda kullanılması uygundur. Hortumlar, sentetik kauçuktan yapılır.

Resim 3.6: Hidrolik hortum

- **Hidrolik hortumun Yapısı**



1-Hortumun iç tabakası, polyester elastomerden
2-Basıç taşıyıcı, çelik telden
3-Üst tabaka, polyuretan/polyester-elastomerden

3.4.2. Boru Çapının Hesaplanması

Hidrolik devrede kullanılacak boruların çaplarını hesaplarken; çalışma basıncı, akış hızı ve pompanın debisi dikkate alınır. Bu değerler biliniyorsa boruların iç çapı aşağıdaki formülle bulunur:

$Q=Vxd/2L$ $\qquad$ $d=\sqrt{\frac{21xQ}{V}}$

Q= Akışkanın debisi (litre/dk.)
V= Akış hızı (metre/saniye)
d= Boru iç çapı (mm)

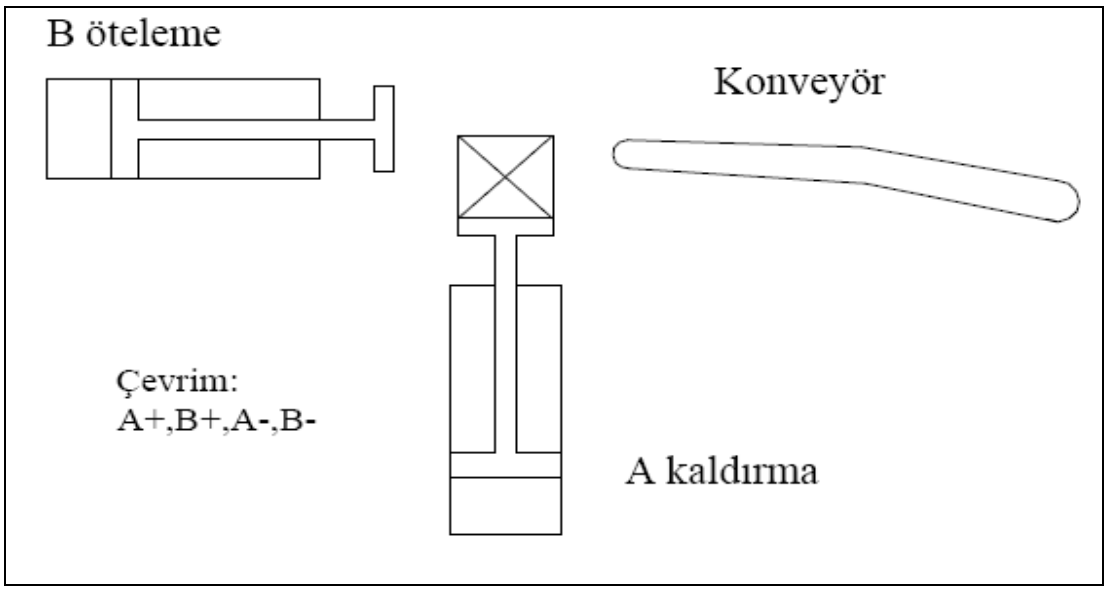
3.4.3. Boru Bağlantılarında Dikkat Edilecek Noktalar

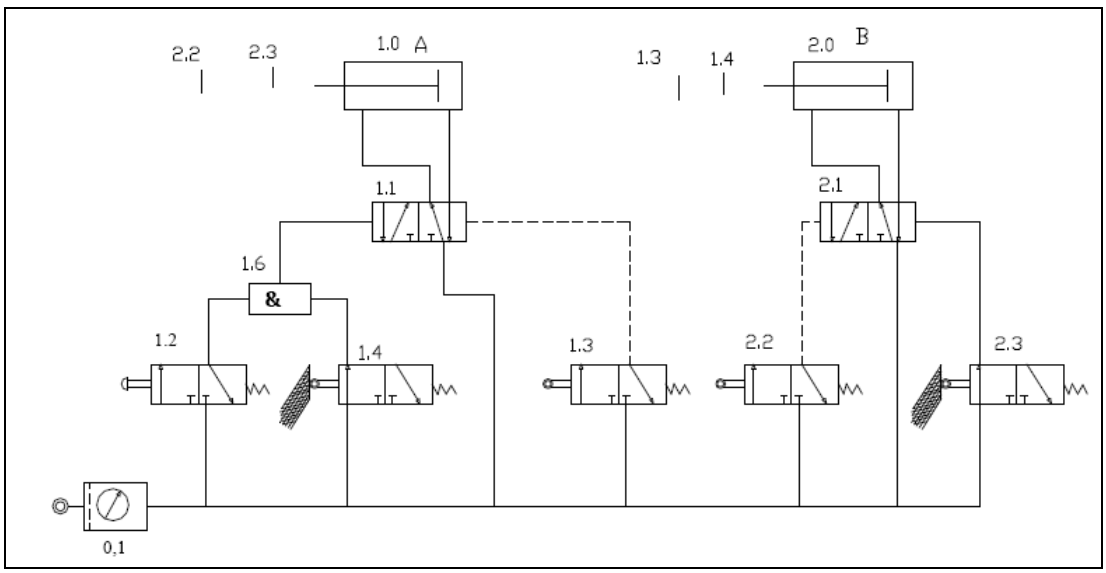
- Boruların iç yüzeyleri pürüzsüz olmalıdır.
- Boru bağlantılarında sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Mümkün olduğunca tek parça boru kullanılmalıdır.
- Kullanılacak borular, çalışma basıncını karşılayabilmelidir.
- Boruların et kalınlığı ve iç çapları, istenen debi ve basıncı sağlayabilmelidir.
- Borularda titreşimi önlemek için belirli aralıklarla kelepçeler yardımıyla sabitlenmelidir.
- Borulara uygun kavis verilerek bükülmeli ve keskin köşelerden kaçınılmalıdır.
- Emiş boru hattı kısa olmalıdır.
- Borularda ısıl genleşme dikkate alınmalıdır.
- Emiş ve dönüş hattı boruları, minimum seviyenin altında olmalıdır.
- Farklı çapta boru kullanılmamalıdır.

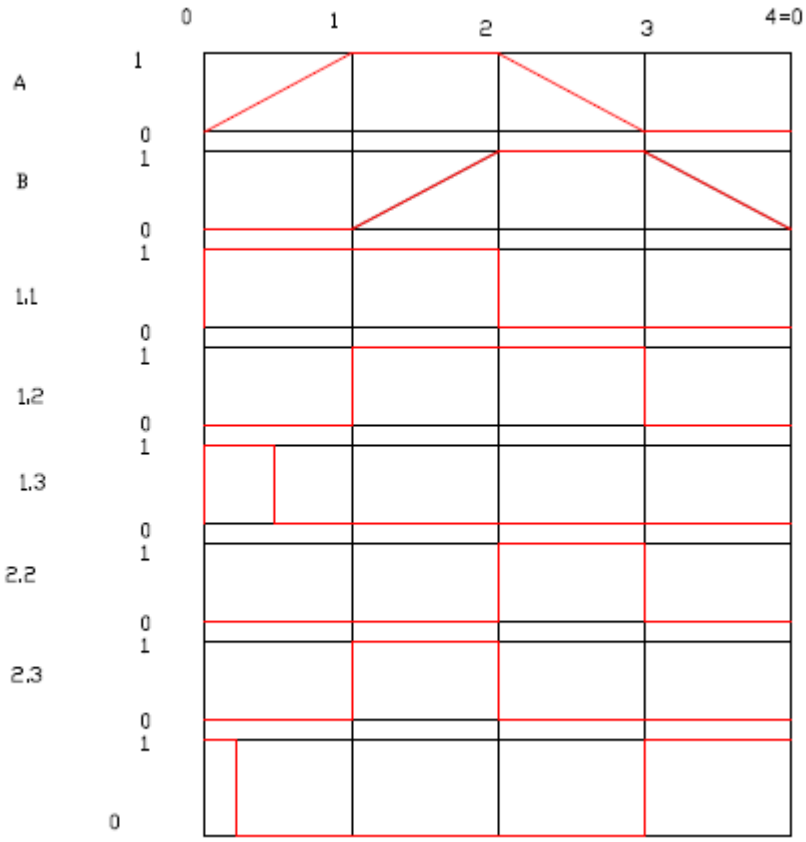
UYGULAMA FAALİYETİ

1-Karton Kutularının Transferi

Karton kutular, bir pnomatik silindir tarafından kaldırılır; diğer bir silindir tarafından bir konveyöre itilir. A silindiri, geri döndükten sonra, B silindiri geri hareketine başlar. Her yeni sinyal, yeni bir işlemi başlatacak şekilde başlama sinyali bir düğmeli valf ile sağlanmalıdır.







Devre Çözümü:

- Çevrimin adımları yazılır.
- Devrenin fonksiyon planı çizilir.
- Devre çiziminde önce çalışma elemanları olan çift etkili silindirler çizilir.
- Çift etkili silindiri ileri/geri hareket ettiren 5/2 yağa uyarılı valfler çizilir.
- Güç devresinin hatları, yön denetim valflerinin çıkışından silindirlere bağlanır.
- Güç devresinin yön denetim valflerinin uyarı hatlarının3/2 N.K.
- Sinyal elemanları çizilir, hava bağlantıları sağlanır.
- Çalışma elemanları; silindirlere ve silindirleri çalıştıran güç ve kumanda devrelerinin devre elemanlarına, usulüne uygun birer numara verilerek adlandırılır.Buna göre bir grup teşkil eden ve her silindiri çalıştıran sinyal elemanları ,silindirin piston kolunu ileri hareket ettiren elemana aynı grubun içinde çift (1.2,1.4), geri hareket ettiren elemana tek sayı verilir (1.3,1.5).
- Çevrimin adımları takip edilerek sinyal elemanlarının gerçek yerleri tespit edilir.

Buna göre: 1 adım A+. A silindirini piston kolunu ileri hareket ettiren 1.1 nu.lu valfin sol tarafındaki uyarı hattına 1.2 butonlu valf vasıtasıyla basınçlı hava iletildiği taktirde valfin

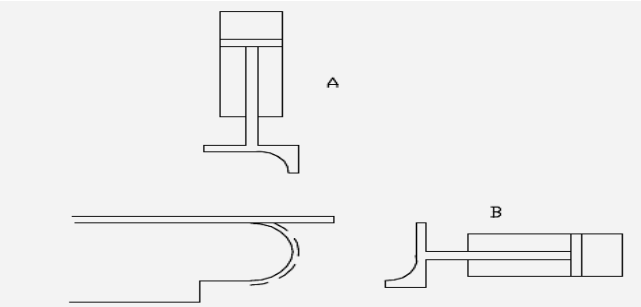
sürgüsü sola kayar, A silindiri konum değiştirir.1.2 nu.lu valfin butonuna 1 kez basılıp bırakılır.

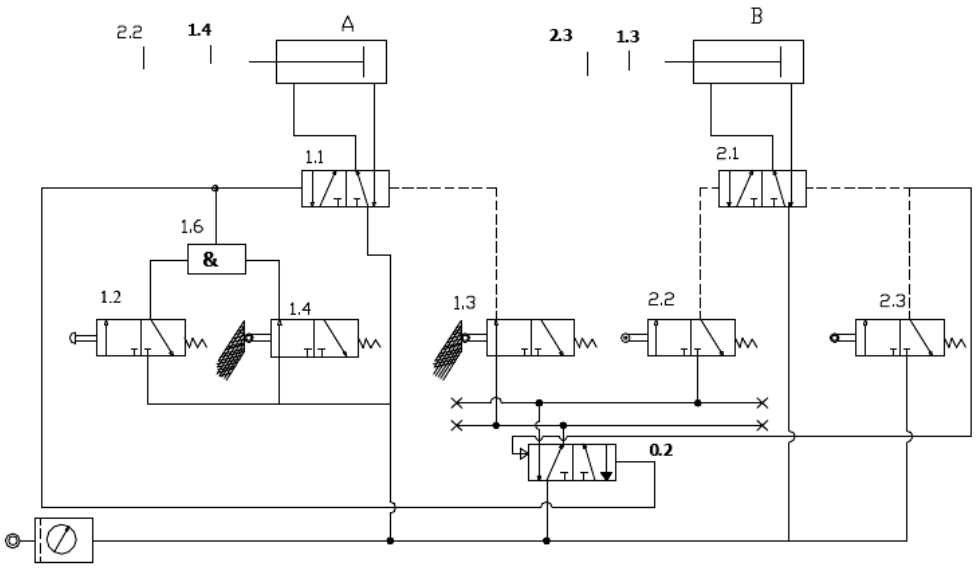
- 2. Adımın gerçekleşmesi, 1. adımın tamamlanmasına bağlıdır. 1. adımın tamamlandığı noktada 2.2 sınır anahtarı, A silindirinin piston kolu tarafından uyarılır, güç devresinin 2.1 yön denetim valfinin sol tarafındaki uyarı hattına basınçlı hava gönderir,2.1 nu.lu valfin sürgüsü, sola hareket ederek B silindirinin piston kolu ileri hareket alır. B+ tamamlanır.
- 3. adımının gerçekleşmesi, 2. adımın tamamlanmasına bağlıdır. 2. adımın tamamlandığı noktada 1.3 sınır anahtarı B silindirinin piston kolu tarafından uyarılır. Güç devresinin 1.1 nu.lu yön denetim valfinin sağ tarafındaki uyarı hattına basınçlı hava gönderir. 1.1 nu.lu valfin sürgüsü sağa hareket ederek A silindirinin piston kolu geri hareket alır, A tamamlanır.
- 4. adımın gerçekleşmesi, 3.adımın tamamlanmasına bağlıdır. 3. adımın tamamlandığı noktada 2.3 sınır anahtarı, A silindirinin piston kolu tarafından uyarılır. Güç devresinin 2.1 yön denetim valfinin sağ tarafındaki uyarı hattına basınçlı hava gönderir. 2.1 nu.lu valfin sürgüsü, sağa hareket ederek B silindirinin piston kolu geri hareket alır, B tamamlanır.

Devredeki silindirlerin piston kollarının son konumu dikkate alınarak sınır anahtarlarının son durumu (uyarılmış veya uyarılmamış) gözden geçirilir, devre bağlantılarında gerekirse düzeltmeler yapılır.

- Sinyal çakışmasının var olup olmadığı kontrol edilerek konum/adım diyagramı çizilir. Güç devresinin yön denetim valflerini çalıştıran sinyal elemanları 1 adım süresince aynı anda uyarılmadığı için sinyal çakışmasının olmadığı anlaşılır.
- Ek talepler varsa devreye ilave edilir.Örneğin çevrim. B silindiri geri konuma geldikten sonra çalışsın koşulu aranıyorsa, B silindirinin geri konumuna 1.4 sınır anahtarı ilave edilir ve start konumuna koşul gösterilir. Devreye VE işlem elemanı ilave edilerek son talep de gerçekleştirilir.

2- Bir tablaya bağlanan lama, iki operasyonla bükülecek. A silindiri ile birinci bükme operasyonu, B silindiri ile ikinci bükme operasyonu gerçekleştirilecek.





İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Uygulanacak devrelere ait fonksiyon planı çizilir.	➢ Devrenin kullanılanabilir olmasına özen gösteriniz.
➢ Çift etklili silindirler çizilir. ➢ Valfler çizilir. ➢ Sinyal elemanlarının bağlantıları tamamlanır.	➢ Farklı marka katalogları ve ilgili web sayfalardan yararlanınız.
➢ Güç ve kumanda devreleri oluşturularak devre kurulur.	➢ Proje çizimini standartlara ve çizim kurallarına göre tasarlayınız. ➢ Uygulama kolaylığını göz önünde bulundurunuz.

PERFORMANS TESTİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Ve valfi devresini numaralandırabiliyor musunuz?		
2	Sızdırmazlık elemanlarının çeşitlerini biliyor musunuz?		
3	Sızdırtmazlık elemanlarını ayırt edebiliyor musunuz?		
4	Hidrolik boruların nerede kullanıldığını biliyor musunuz?		
5	Hidrolik hortumun yapısını biliyor musunuz?		
6	Birden fazla silindirin kontrolünde yol adım diyagramını çıkarabiliyor musunuz?		
7	Boru çapını hesaplayabiliyor musunuz?		
8	Boru bağlantılarında dikkat edilecek noktaları biliyor musunuz?		
DÜŞÜNCELER ……..			

DEĞERLENDİRME

Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. "Hayır" şeklinde cevap verdiğiniz sorularla ilgili konuları, faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz. Tüm sorulara "Evet" şeklinde cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

DERECELEME ÖLÇEĞİ

GÖZLENECEK DAVRANIŞLAR		DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ	
		Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyme		
2	İşi zamanında bitirebilme		
3	Devre elemanlarını tanımak		
4	Devre elemanlarını doğru seçmek		
5	Devre elemanlarının sembollerini tanımak		
6	Devre elemanlarının özelliklerini bilmek		
7	Devre şemasını ve yol adım diyagramını doğru çizmek		
TOPLAM PUAN			
DÜŞÜNCELER ……			

DEĞERLENDİRME

Arkadaşınız, derecelendirme ölçeği listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelidir. Hangi davranıştan 0 ve 1 değer ölçeğini işaretlediyseniz o konuyla ilgili faaliyeti tekrar etmesini isteyiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı (değerlendirme kriterlerini) karşılaştırınız. Ccevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**B**
3	**A**
4	**D**
5	**B**
6	**C**
7	**B**
8	**A**
9	**D**
10	**C**
11	**B**
12	**C**
13	**D**
14	**B**
15	**C**
16	**D**
17	**B**
18	**B**
19	**D**
20	**B**

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Hidrolik Malzeme Satışı Yapan Firma Katalogları.
- İnternette Hırdavat-Nalburiye Satışı ve Tanıtımı Yapan Firmaların Siteleri.

KAYNAKÇA

- KARACAN İsmail, **Hidrolik+ Pnömatik**, Bizim Büro Yayınevi, Karabük, 2003.
- KARTAL Faruk, **Hidrolik ve Pnömatik**, Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa.
- MERKLE D., B. SCHADER, M. THOMES, **Hidrolik**, Festo, Esslingen, 1991.
- Hidrosam, **Hidrolik Eleman Resimleri**, Kartal, İstanbul, 2006.